विज्ञान

(सैद्धांतिक एवं प्रायोगिक)

कक्षा 9

सत्र 2026–27

DIKSHA एप कैसे डाउनलोड करें?

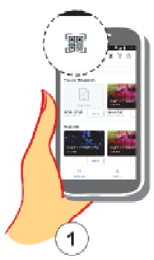
विकल्प 1 : अपने मोबाइल ब्राउज़र पर diksha.gov.in/app टाइप करें।

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।

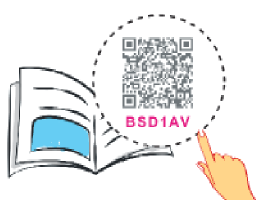


1 पाठ्यपुस्तक में QR Code को Scan करने के लिए मोबाइल में QR Code tap करें।

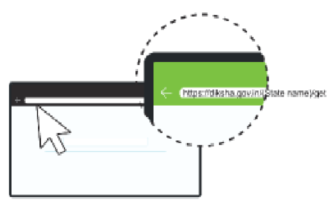
2 मोबाईल को QR Code पर केन्द्रित करें।

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

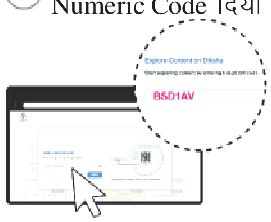
डेस्कटॉप पर QR Code का उपयोग कर डिजिटल विषय–वस्तु तक कैसे पहुँचे ?



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, अनिता सौंधी, राजेश चंद्राकर, जयश्री राठौर, प्रीति जैन, गौरव शर्मा, राजेश पिल्ले, नीलम सिंह, अर्चना वर्मा, कुसुमलता गोपाल, साक्षी खरे, कमला राजपाल, शंकरलाल यादव, पातंजल कुमार यादव, पी.के. लहरे, प्रीति मिश्रा, यशोधरा कनेरिया, विनिता विश्वनाथन, अश्विनी कुमार भारती, पूजा झा

56P28T

आवरण पृष्ठ : रेखराज चौरागड़े

चित्रांकन : प्रशान्त सोनी

ले आउट : शाकिर अहमद

टंकण : अमन शर्मा

प्रकाशक

राज्य शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् छत्तीसगढ़, रायपुर

मुद्रक

छत्तीसगढ़ पाठ्यपुस्तक निगम, रायपुर (छ.ग.)

मुद्रणालय

मुद्रित पुस्तकों की संख्या – ....

आमुख

राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा 2005 के अनुसार विज्ञान की अच्छी शिक्षा वह है जो विद्यार्थी के प्रति, जीवन के प्रति और विज्ञान के प्रति ईमानदार हो। इसी दृष्टिकोण को ध्यान में रखकर विज्ञान, कक्षा 9 के पाठ्यक्रम का निर्माण तथा विषयवस्तु का विकास किया गया है।

प्रयास यह रहा है कि ध्यान केवल विषयवस्तु पर ही नहीं बल्कि विज्ञान सीखने–सिखाने के विविध तरीकों पर भी हो। विज्ञान की शिक्षा इस बात पर भी निर्भर करती है कि हम विषयवस्तु को विद्यार्थियों के अनुभवों व परिवेश से कैसे जोड़ें, जिससे सीखना स्थायी हो सके। इसका अर्थ यह नहीं कि यहाँ विषयवस्तु को नजर अंदाज किया गया है। विषयवस्तु को समझने के लिए विभिन्न तथ्यों, नियमों, सिद्धांतों और परिघटनाओं का उपयोग किया गया है और वास्तव में यह ही विज्ञान का मूल है। पाठ्यपुस्तक में एन.सी.एफ. 2005 में निहित सभी वैधताओं (संज्ञानात्मक, विषयवस्तु, प्रक्रिया, ऐतिहासिक, पर्यावरणीय एवं नैतिक) का भी ध्यान रखा गया है।

लेखन कार्य करते समय ऐसी भी स्थितियाँ आईं जब उन सिद्धांतों व अवधारणाओं से जूझना पड़ा जो विद्यार्थियों और परिवेश से सीधे जुड़ी नहीं थीं। अतः ऐसे अवसर रचे गए जिनसे विद्यार्थियों को अनुमान लगाने, उन्हें जाँचने, निष्कर्ष पर पहुँचने जैसे कार्यों और गतिविधियों से जुड़ने के मौके मिलें। शिक्षकों से यहाँ आग्रह है कि वे ऐसे अवसरों से न केवल सक्रियता से जुड़ें वरन् ऐसे अधिकाधिक अवसर स्वयं भी रचें जिनसे यह पुस्तक विद्यार्थियों, शिक्षकों, समुदाय के लिए और भी अधिक उपयोगी सिद्ध हो सके।

इस पूरी प्रक्रिया में विशेष तौर पर इस बात का भी ध्यान रखा गया कि विद्यार्थियों पर मानसिक बोझ न बढ़े और उनके पास क्रियाकलापों को करने, चर्चा करने और खोज–परख के लिए समय मिले।

पाठ्यपुस्तक लेखन का कार्य शिक्षकों, शिक्षक प्रशिक्षकों तथा सहयोगी संस्थाओं के साथियों द्वारा किया गया है।

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।

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

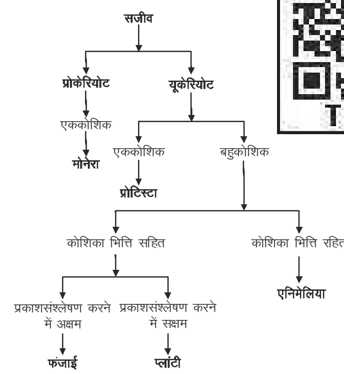
विषय–सूची

क्रमांक	अध्याय	पृष्ठ संख्या	काल खण्ड	अंक
1.	जैव विविधता एवं वर्गीकरण	1–16	11	05
2.	पदार्थ : प्रकृति एवं व्यवहार	17–31	09	04
3.	परमाणु संरचना	32–44	10	05
4.	गति	45–66	10	04
5.	बल एवं गति के नियम	67–81	12	04
6.	जीवन की मौलिक इकाई : कोशिका	82–99	12	04
7.	बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक	100–117	11	04
8.	रासायनिक आबंधन	118–132	07	04
9.	रासायनिक सूत्र और मोल संकल्पना	133–146	06	04
10.	रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण	147–163	06	04
11.	गुरुत्वाकर्षण	164–177	08	04
12.	कार्य एवं ऊर्जा	178–198	12	05
13.	हमारा स्वास्थ्य	199–212	06	06
14.	ध्वनि	213–226	08	04
15.	हाइड्रोकार्बन	227–238	08	04
16.	कोयला, पेट्रोलियम एवं पेट्रोरसायन	239–248	06	04
17.	प्राकृतवास : प्राकृतिक आवास	249–258	04	03
18.	कचरा और उसका प्रबंधन	259–266	04	03
	सैद्धांतिक		150	75
	उत्तरमाला	267–269		
	प्रायोगिक एवं प्रायोजना	270–300	30	25
	कुल		180	100

अध्याय–1

जैव विविधता एवं वर्गीकरण

(Biodiversity and Classification)



1.1 जैव विविधता (Biodiversity)

हम अपने आस–पास देखें तो हमें कई प्रकार के जीवों के समूह दिखाई देते हैं। इन जीव समूह के सदस्यों में भिन्नताएँ भी हैं व समानताएँ भी। जैसे कि घोड़े, बिल्ली, कुत्ते आदि जानवरों के समूह को दर्शाते हैं तथा नीम, बरगद, जामुन, अनार आदि पेड़–पौधों के समूह को दर्शाते हैं। यदि हम इन दोनों समूहों के सदस्यों के लक्षणों की तुलना करें तो हम पाते हैं कि एक समूह विशेष के सदस्य अन्य समूह की अपेक्षा अधिक समान लक्षण रखते हैं।

इन समूहों के सदस्यों को और भी छोटे–छोटे समूहों में बाँटा जा सकता है। उदाहरण के लिए घोड़ों का समूह, बिल्लियों का समूह, कुत्तों का समूह, नीम के पेड़ों का समूह, धतुरा के पौधों का समूह आदि। इन छोटे–छोटे समूहों के सदस्यों की तुलना करने पर हम पाते हैं कि इनमें अधिकांश लक्षण समान होते हैं तथा ये लक्षण उन्हें अन्य छोटे समूहों से अलग करते हैं। ये लक्षण इस समूह के सभी सदस्यों में मिलते हैं, चाहे वह सदस्य पृथ्वी के किसी भी क्षेत्र विशेष में रहता हो। यही उस समूह विशेष के लक्षण कहलाते हैं तथा इन्हीं के आधार पर उस समूह को ''जाति'' की संज्ञा दी जाती है। उदाहरण के लिए हम मनुष्यों के समूह की ही बात करते हैं। सभी मनुष्य चाहे वे पृथ्वी के किसी भी क्षेत्र में निवास करते हों, सभी में सुविकसित मस्तिष्क, त्वचा पर कम घने बाल पाए जाते हैं। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि ये सारे लक्षण मनुष्य जाति के हैं जो इन्हें अन्य जाति के सदस्यों से भिन्न बनाते हैं।

- क्या एक ही जाति के सभी सदस्य सारे लक्षणों में समानता रखते हैं? अपने साथियों से चर्चा करें।

अभी तक हमने एक ही जाति के सदस्यों में समानताओं की बात की है। आइए, हम कुछ क्रियाकलापों की सहायता से इनमें पाए जाने वाले अंतरों को समझते हैं।

क्रियाकलाप–1

समान दिखने वाले कोई भी दो पौधों का अवलोकन

अपने आसपास से लगभग समान आकार के दो पौधे इकट्ठे करें। इनका ध्यान से अवलोकन करें व निम्नलिखित सारणी को भरें–

सारणी क्रमांक–1

क्र.सं.	पौधे का नाम	तने की लंबाई	पत्तियों की संख्या	पत्तियों के आकार व आकृति	पत्तियों का रंग	पत्तियों के किनारे	शिरा विन्यास
1.	पौधा–1						
2.	पौधा–2						

- एक समान दिखने वाले दो पौधों में आपको क्या–क्या अंतर दिखाई दिए?
- क्या आप हूबहू एक जैसे दो पौधे (या दो पत्तियाँ) ढूंढ सकते हैं ?

क्रियाकलाप–2

मनुष्यों का अवलोकन

यह क्रियाकलाप कम से कम 10 बच्चों के समूह में करें। नीचे बनी सारणी के अनुसार जानकारी एकत्रित करें। प्राप्त जानकारी को सारणी में दर्ज करें।

सारणी क्रमांक–2

क्र.सं.	विद्यार्थी का नाम	लंबाई	वजन	तर्जनी अंगुली की लंबाई	अंगूठे का निशान	हथेली	
						लंबाई	चौड़ाई

- कौन–कौन से लक्षण सभी में समान रूप से पाए गए?
- कौन सा लक्षण ऐसा है जो सभी सदस्यों में अलग–अलग है?
- क्या आपको अपनी कक्षा के किन्हीं दो विद्यार्थियों के लक्षण पूरी तरह समान दिखाई देते हैं?

आप पाएँगे कि प्रत्येक विद्यार्थी के अंगूठे का निशान अन्य विद्यार्थियों से अलग होता है। अर्थात् हम कह सकते हैं कि अंगूठे का निशान प्रत्येक व्यक्ति का विशिष्ट लक्षण है।

उपर्युक्त क्रियाकलापों के आधार पर हम कह सकते हैं कि प्रत्येक जाति के सभी सदस्यों में समानताओं के साथ–साथ अंतर भी पाए जाते हैं। इन अंतरों को विभिन्नताएँ कहते हैं। विभिन्नताओं के कारण ही हम एक ही जाति के सदस्यों में समान लक्षण होने पर भी उन्हें व्यक्तिगत स्तर पर पहचान पाते हैं। इन विभिन्नताओं के कारण ही हमें किसी क्षेत्र विशेष में विविध प्रकार के जीव दिखाई देते हैं। किसी क्षेत्र विशेष में पाए जाने वाले जीवों के विविध प्रकारों को उस क्षेत्र विशेष की जैव–विविधता कहा जाता है।

यदि हम जैव विविधता को आधार बनाते हुए पदार्थों और जीवों के बारे में विस्तृत व व्यवस्थित जानकारी प्राप्त करना चाहें तो हमें ऐसी प्रक्रिया की आवश्यकता होगी जिससे हम आसानी से इन सभी का अध्ययन कर सकें। (देखें पृष्ठ 293)

आइए, कुछ उदाहरणों की सहायता से इस प्रक्रिया को समझने का प्रयास करते हैं।

1.2 समूहीकरण एवं वर्गीकरण की प्रक्रिया (Grouping and classification)

क्रियाकलाप–3

हम रोजाना कई तरह की वस्तुएँ अपने आस–पास देखते हैं। इन्हें विभिन्न कार्यों में उपयोग में लाने के लिए अलग–अलग समूह भी बनाते हैं। जैसे– रसोई घर का सामान, खेल से जुड़ा सामान आदि। यहाँ कुछ वस्तुओं की सूची दी गई है। इन सभी वस्तुओं को उनके गुणों के आधार पर सारणीबद्ध करें।

प्लास्टिक का स्केल, पुस्तक, पेन, परखनली, लकड़ी का गुटका, लैंस, समतल दर्पण, काँच का टुकड़ा, प्लास्टिक का टुकड़ा, रबर की गेंद, बल्ला, रस्सी, सुई, लकड़ी का स्केल, पेंसिल।

सारणी क्रमांक–3

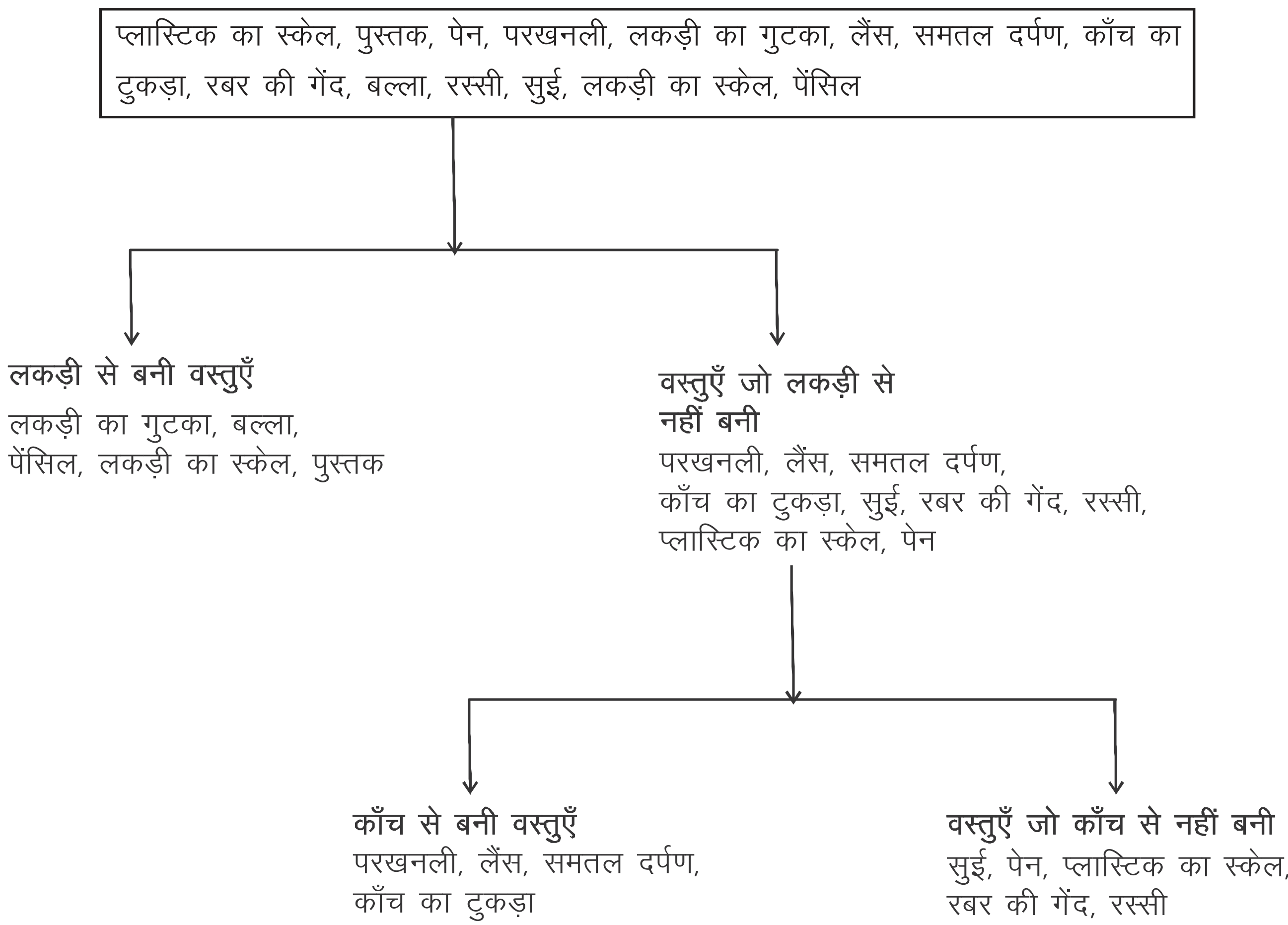
क्र.सं	समूह का नाम	समूह में आने वाली वस्तुएँ
1	लकड़ी की वस्तुएँ	
2	आयताकार वस्तुएँ	
3		
4		
5		

- आपने समूह बनाते समय वस्तुओं के किन–किन गुणों को ध्यान में रखा?
- कौन–सा ऐसा समूह है जिसमें आप अधिकतम वस्तुओं को साथ में रख पाए?
- किस विशिष्ट गुण के आधार पर ऐसा समूह बना जिसमें बहुत कम वस्तुएँ थीं?

आपने देखा, एक समूह की सभी वस्तुओं में कोई एक गुण समान होता है। इसी समान गुण को हम समूह का गुणधर्म कहते हैं। रबर की गेंद, बल्ला, रस्सी, समतल दर्पण आदि का उपयोग हम खेलने में करते हैं। अतः 'खेलने में उपयोग' गुणधर्म के आधार पर इन्हें एक समूह में रखा जा सकता है।

उपर्युक्त वस्तुओं के गुणों को पहचानने के लिए हमने कई आधार चुने। ये वस्तु का आकार, वस्तु किस चीज से बनी है व उसका उपयोग आदि हो सकते हैं। इसी प्रकार हम अन्य आधारों पर भी वस्तुओं के गुणों को पहचान सकते हैं। इस प्रकार किसी एक गुण में समानता के आधार पर बनाए गए समूह को समूहीकरण या समूह बनाना कहते हैं। समूहीकरण में एक वस्तु दो या दो से अधिक समूहों में आ सकती है।

नीचे इन्हीं वस्तुओं को समूहीकृत करने का एक और तरीका दिया गया है।



चित्र क्रमांक–1 : वस्तुओं का वर्गीकरण

इस दूसरे तरीके में एक विशेष प्रकार का समूहीकरण किया गया है। इसमें प्रत्येक स्तर पर ऐसे समूह बनाए गए हैं जिनका आधार गुण विशेष की उपस्थिति व अनुपस्थिति है। इस प्रकार से किए गए समूहीकरण को वर्गीकरण कहते हैं।

इसमें हम वस्तुओं को वर्गों में बाँटते हैं। एक वर्ग की सभी वस्तुओं में अधिक से अधिक समानताएँ होती हैं और उन्हें अन्य वर्ग में नहीं रखा जा सकता है।

समूहीकरण व वर्गीकरण का उपयोग हम सभी विषयों में करते हैं, जैसे कि पदार्थों का, विलयनों का, मिट्टी का, बलों का, जीवों का वर्गीकरण। इन सभी के बारे में आप अगले अध्यायों में पढ़ेंगे। इस अध्याय में हम जीवों के वर्गीकरण का अध्ययन करेंगे।

आइए, हम यह जानने का प्रयास करते हैं कि जीवों की विविधताओं और समानताओं के आधार पर उनका वर्गीकरण समय के साथ किस तरह आगे बढ़ा।

1.3 समूहीकरण एवं वर्गीकरण के पूर्व प्रयास (Former attempts of grouping and classification)

ऐतिहासिक दस्तावेजों से हमें पता लगता है कि सर्वप्रथम अरस्तू ने जीवों को उनके आवास के आधार पर समूहीकृत करने का प्रयास किया था। इस आधार पर उन्होंने जीवों के जलीय व स्थलीय जैसे समूह बनाए थे।

अरस्तू के बाद जीवों के वर्गीकरण के और भी प्रयास हुए होंगे परंतु हमारे पास कुछ प्रयासों के बारे में ही जानकारी उपलब्ध है।

1686 में जॉन रे ने पौधों के वर्गीकरण में पौधों के बाह्य लक्षणों को आधार बनाया। जॉन रे के बाद केरोलस लीनियस नाम के एक वैज्ञानिक ने दुनियाभर के तमाम पौधों को वर्गीकृत करने का प्रयास किया। लीनियस ने सबसे महत्वपूर्ण काम यह किया कि कुछ विशिष्ट गुणों जैसे फूलों में नर व मादा अंगों की उपस्थिति व संख्या के आधार पर एक सरल वर्गीकरण दिया। इसे लैंगिक वर्गीकरण कहते हैं। इसका विवरण उनकी 1735 में प्रकाशित पुस्तक ''सिस्टेमा नेचुरे'' में मिलता है।

लीनियस ने सजीवों को वर्गीकृत करने के लिए जंतुओं व वनस्पतियों के हजारों नमूनों को एकत्रित कर तुलनात्मक अध्ययन किया तथा एक ऐसा वर्गीकरण विकसित करने में सफल हुए जिससे जंतुओं व वनस्पतियों की प्रत्येक जाति को पृथक–पृथक वर्गीकृत किया जा सकता था। जंतुओं व वनस्पतियों की शारीरिक विशेषताओं के बारे में लीनियस ने व्यवस्थित रूप से जो ज्ञान हासिल किया था उसका समूचे जीव–विज्ञान पर गहरा असर रहा है। इस पद्धति में संपूर्ण जीव–जगत को दो जगत में बाँटा गया है– पादप जगत एवं जंतु जगत।

केरोलस लीनियस ने वर्गीकरण में सबसे पहले पदानुक्रम शब्द का प्रयोग किया था। पदानुक्रम वह प्रक्रिया है जिसमें जीवों को उनके गुणों और विकास के आधार पर एक निश्चित श्रृंखला के अंतर्गत विभिन्न समूहों में व्यवस्थित किया जाता है। जैसे–

मनुष्य का पदानुक्रम (Linnaean hierarchy for man)

जगत (Kingdom) – ऐनिमेलिया (बहुकोशिकीय, यूकेरियोटिक, अंतर्ग्रहण पोषण विधि)
संघ (Phylum) – कॉर्डेटा (कशेरूक दंड, जोड़ीदार उपांग)
वर्ग (Class) – मेमेलिया (शरीर रोएँ से ढका, बाह्यकर्ण उपस्थित)

गण (Order) – प्रायमेट्स (अंगूठे की स्थिति विपरीत, अग्र व पश्च पाद में पाँच–पाँच अँगुलियाँ)

कुल (Family) – होमोनीडि (द्विपाद चलन)

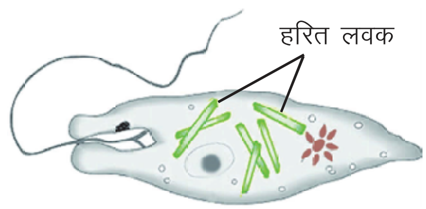
वंश (Genus) – होमो (सुविकसित मस्तिष्क)

जाति (Species) – सेपियंस

द्विजगत वर्गीकरण में कुछ कमियाँ थीं। जैसे कि इस वर्गीकरण में लीनियस ने सभी जीवों को सिर्फ दो वर्गों से सीमाबद्ध किया। परंतु कई ऐसे जीव पाए गए जो पादप एवं जंतु दोनों के लक्षण दर्शाते हैं।

क्या आप जानते हैं?

यूग्लीना एक ऐसा जीव है जिसमें जंतु और पौधे दोनों के लक्षण मिलते हैं। यह एककोशिकीय जीव है। इसमें हरित लवक पाया जाता है। इसमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है। यह स्वपोषण तथा विषमपोषण दोनों प्रकार से भोजन प्राप्त कर सकता है।



यूग्लीना

लीनियस की जानकारी के दायरे में कोशिकाओं एवं उनकी आंतरिक सरंचनाओं के संदर्भ में कोई जानकारी नहीं थी। समय के साथ सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता बढ़ाने के आविष्कार होते रहे, जिससे जीवों में विविधता का और गहन अध्ययन संभव हुआ। अतः लीनियस जीवों की कोशिकाओं की आंतरिक संरचना को अपने वर्गीकरण में स्थान नहीं दे पाए।

जैसे–जैसे कोशिकाओं की आंतरिक संरचना के विषय में जानकारी बढ़ती गई एवं नये जीवों का पता चलता गया वैसे–वैसे वर्गीकरण के नये आधार मिलते गए। इसके साथ ही वर्गीकरण के नये तरीके भी खोजे गए। ऐसा ही एक वर्गीकरण 1969 में आर.एच. व्हिटेकर ने दिया।

व्हिटेकर ने संपूर्ण जीव–जगत को पाँच जगत में वर्गीकृत किया। इस वर्गीकरण के मुख्य आधार थे–

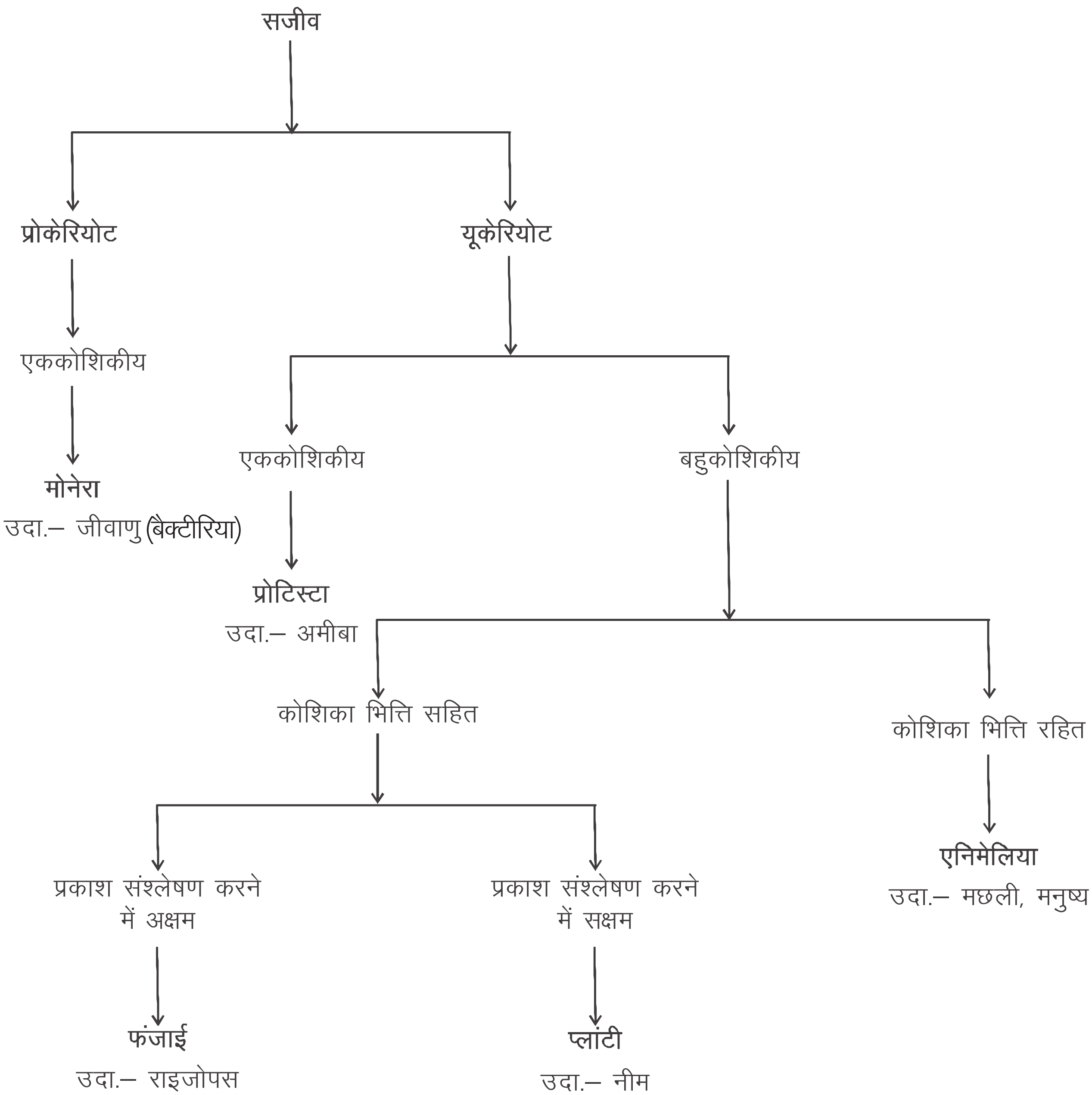
1. केन्द्रक झिल्ली की अनुपस्थिति व उपस्थिति (प्रोकेरियोटिक व यूकेरियोटिक)
2. संगठन का स्तर (एककोशिकीय व बहुकोशिकीय)
3. पोषण प्राप्त करने की विधि (स्वपोषी व विषमपोषी)

1.4 व्हिटेकर का वर्गीकरण (Whittekar's classification)

T6AHRC

पूर्व पद्धतियों की अपेक्षा वर्गीकरण की ''पाँच जगत'' की प्रणाली अधिक विकसित प्रतीत होती है। इसमें जीवों की विविधता पर और अधिक बेहतर तरीके से विचार किया गया है। इस प्रणाली में संपूर्ण जीव–जगत को निम्नलिखित पाँच जगत में वर्गीकृत किया गया है।

1. जगत मोनेरा
2. जगत प्रोटिस्टा
3. जगत फंजाई
4. जगत प्लांटी
5. जगत ऐनिमेलिया



चित्र क्रमांक–2 : वर्गीकरण की एक योजना

1.4.1 जगत मोनेरा (Kingdom monera)

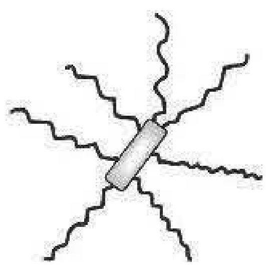
1. मोनेरा जगत के अंतर्गत सभी एककोशिकीय, झिल्ली रहित केन्द्रक यानी प्रोकेरियोटिक कोशिका वाले जीव आते हैं।

2. इस जगत के जीव स्वपोषी या विषमपोषी दोनों प्रकार के हो सकते हैं।
3. इनकी कोशिका झिल्ली के चारों ओर कोशिका भित्ति होती है।
4. इनकी कोशिका भित्ति पौधों की कोशिका भित्ति से भिन्न प्रकार की होती है। यह मुख्यतः पेप्टिडोग्लाइकेन (प्रोटीन एवं कार्बोहाइड्रेट से बना पदार्थ) से बनी होती है।

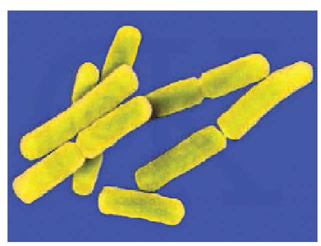
   उदाहरण– जीवाणु व एनाबीना

क्या आप जानते हैं?

एक ग्राम उपजाऊ मिट्टी में लगभग 1 अरब तथा लगभग 1 मिलीलीटर ताजे दूध में 30 अरब जीवाणु पाए जाते हैं।



ई. कोलाई



बेसिलस एंथ्रेसिस

(अ) जीवाणु

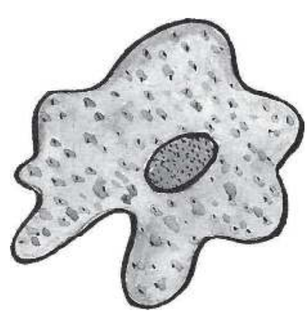
(ब) साएनोबैक्टिरिया (एनाबिना)

चित्र क्रमांक–3

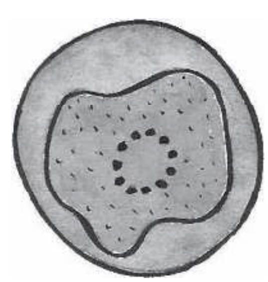
1.4.2 जगत प्रोटिस्टा (Kingdom Protista)

1. प्रोटिस्टा जगत के सभी जीव एककोशिकीय, झिल्ली सहित केन्द्रक यानी यूकेरियोटिक कोशिका वाले होते हैं।
2. इस जगत में स्वपोषी व विषमपोषी दोनों ही प्रकार के जीव हो सकते हैं।
3. जीवन की सभी क्रियाएँ एक ही कोशिका द्वारा संपन्न होती हैं।

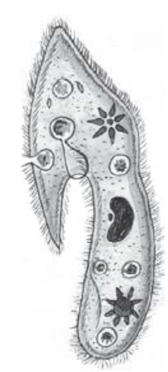
   उदाहरण– अमीबा, पैरामीशियम, एंट अमीबा, यूग्लीना।



(अ) अमीबा



(ब) एंट अमीबा



(स) पैरामीशियम

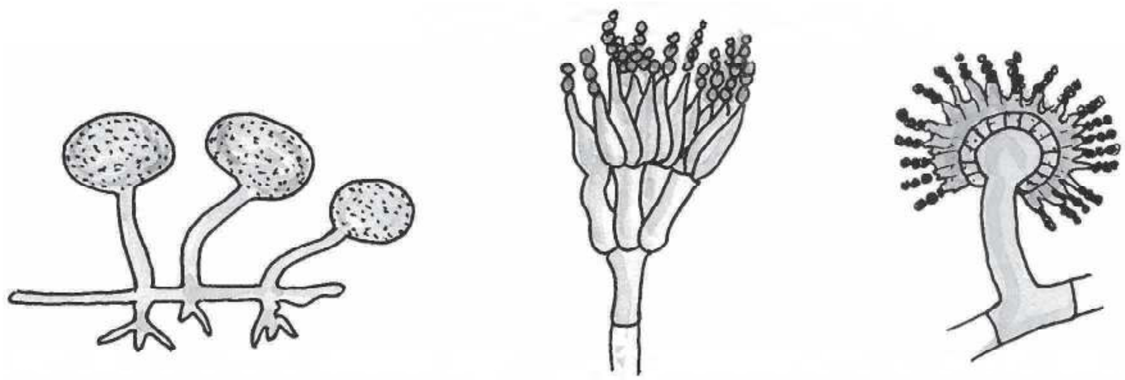
चित्र क्रमांक–4

- कोई एक ऐसा गुण बताएँ जिनके अनुसार प्रोटिस्टा और मोनेरा को अलग–अलग किया जा सकता है।

1.4.3 जगत फंजाई (कवक) (Kingdom fungi)

1. अधिकांश कवक तंतुमयी होते हैं। ये तंतुओं का जाल बनाते हैं जिसे कवक जाल या माइसीलियम कहते हैं।
2. इस जगत के जीव एककोशिकीय एवं बहुकोशिकीय, यूकेरियोटिक व विषमपोषी होते हैं।
3. इनकी कोशिकाओं में हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट) नहीं पाया जाता है।

उदाहरण– म्यूकर, यीस्ट, एगेरिकस (मशरूम), राइजोपस (ब्रेड मोल्ड), एस्पर्जिलस, पेनिसीलियम।



(अ) राइजोपस (ब्रेड मोल्ड) (ब) पेनिसीलियम (स) एस्पर्जिलस

चित्र क्रमांक–5

आपने नमीयुक्त डबलरोटी पर, बरसात के दिनों में चमड़े के जूतों में तथा कभी–कभी अचार में जालयुक्त संरचनाएँ देखी होंगी। यह फंजाई (कवक) है। कुकुरमुत्ता भी कवक है। ये कवक सहजीवी, मृतोपजीवी तथा परजीवी के रूप में पाए जाते हैं। कुछ कवक हानिकारक होते हैं तो कुछ लाभदायक भी होते हैं। कुछ कवक रोग उत्पन्न करते हैं तो कुछ कवक जैसे यीस्ट का उपयोग रोटी (ब्रेड) या बियर बनाने के लिए किया जाता है। साथ ही कुछ कवकों से प्रतिजैविक (एंटीबायोटिक दवा) भी बनाए जाते हैं।

- हम अपने भोजन को रेफ्रिजरेटर में क्यों रखते हैं?

क्या आप जानते हैं?

लाइकेन कवक और शैवाल की सहजीविता से बना एक समुदाय है। इसमें दोनों जीव इतनी घनिष्ठता से आपस में जुड़े होते हैं कि ये एक ही जीव प्रतीत होते हैं। शैवाल की प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में बने भोजन का उपयोग कवक कर लेते हैं। कवक के द्वारा अवशोषित जल और खनिज लवण शैवाल को प्राप्त हो जाते हैं। लिटमस एक प्रकार के लाइकेन से ही बनते हैं।

लाइकेन

1.4.4 जगत प्लांटी (पादप) (Kingdom Plantae)

1. पादप जगत के सभी जीव बहुकोशिकीय व यूकेरियोटिक कोशिका वाले होते हैं।
2. अधिकांश पौधों की कोशिकाओं में हरित लवक पाया जाता है जिससे ये पौधे प्रकाश संश्लेषण की क्रिया करके भोज्य पदार्थों का निर्माण करते हैं। अर्थात् ये स्वपोषी होते हैं।
3. इनमें सेलुलोज की बनी कोशिका भित्ति पाई जाती है।

उदाहरण– स्पाइरोगाइरा (शैवाल)*, फ्यूनेरिया (मॉस)**, फर्न***, साइकस, खजूर, नीम, धान।

चित्र क्रमांक–6

*व्हिटेकर ने शैवालों को प्लांटी जगत में शामिल किया है। अन्य पादपों की तरह शैवाल के शरीर में जड़, तना व पत्ती में विभेदन नहीं किया जा सकता है। बारिश के दिनों में आपने नदी व तालाबों के किनारे व फर्श पर चमकदार हरी परत जमी हुई देखी होगी। इसे हम स्थानीय भाषा में काई कहते हैं। यही शैवाल है।

**फ्यूनेरिया (मॉस)– इसका शरीर मुख्य रूप से पत्तियों तथा जड़ जैसी संरचना, राइजोइड्स का बना होता है। राइजोइड्स द्वारा जल व खनिज लवणों का अवशोषण किया जाता है। इस तरह के पौधों को ब्रायोफाइटा समूह में रखा गया है। इस समूह के और उदाहरण हैं– रिक्सिया, मार्केंशिया।

***फर्न एक अन्य प्रकार का पौधा है जिसे आप अपने परिवेश में भी ढूँढने का प्रयास करें। यह टेरिडोफाइटा वर्ग का एक पौधा है। इस वर्ग के अधिकांश पादपों में पुष्पीय पादपों की तरह ही शरीर का विभाजन होता है। अर्थात् इन पादपों का शरीर जड़, तना व पत्ती में विभाजित होता है तथा इनमें संवहन ऊतक भी पाया जाता है। परंतु इस वर्ग के पादप अपुष्पीय होते हैं अतः ये बीज उत्पन्न नहीं कर सकते। मार्सीलिया इस समूह का एक अन्य उदाहरण है।

क्या आप जानते हैं?

अमरबेल प्लांटी जगत का एक सदस्य है। यह एक परजीवी पौधा है जो दूसरे पौधों के तने से लिपटा होता है। इसमें पर्णहरित नहीं पाया जाता है। यह दूसरे पौधों से अपना भोजन प्राप्त करता है। इसके लिए अमरबेल में विशेष प्रकार की जड़ें पाई जाती हैं जो अन्य पौधों से भोजन को अवशोषित करती हैं।

अमरबेल

पादप जगत के वर्गीकरण का एक उदाहरण पुष्पीय पौधों के संदर्भ में–

पुष्पीय पौधे

- बीज आवरण रहित
  - **जिम्नोस्पर्म** (सायकस)
- बीज आवरण सहित
  - **एंजियोस्पर्म**
    - एक से अधिक बीजपत्र **द्विबीजपत्री** चना, मटर, मूंग (इनमें मूसला जड़ें होती हैं। पत्तियों में जालिकावत् शिरा विन्यास होता है)
    - एक बीजपत्र **एकबीजपत्री** गेहूँ, मक्का (इनमें झकड़ा जड़ें होती हैं। पत्तियों में समानान्तर शिरा विन्यास होता है)

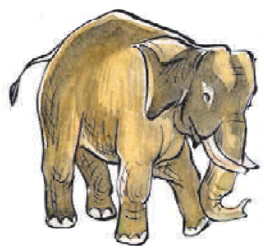
चित्र क्रमांक–7: पुष्पीय पौधों का वर्गीकरण

- आप अपने आसपास पाये जाने वाले कुछ पौधों जैसे आम, धान, महुआ, घास, मक्का आदि की पत्तियों का अवलोकन करें। उनकी जड़ों के प्रकार एवं शिरा विन्यास में क्या संबंध मिलता है? लिखें।

1.4.5 जगत एनीमेलिया (जंतु जगत) (Kingdom Animalia)

1. इस जगत के जीव बहुकोशिकीय, यूकेरियोटिक एवं विषमपोषी होते हैं।
2. इनकी कोशिकाओं के चारों ओर कोशिका भित्ति नहीं पाई जाती है।
3. इनकी कोशिकाओं में हरित लवक नहीं पाया जाता है।
4. इन जीवों में पोषण अंतर्ग्रहण द्वारा होता है। इनमें भोजन को ग्रहण करने के लिए विशिष्ट अंग होते हैं। जैसे तितली में रस चूसने की नली, मनुष्य में मुँह, पक्षियों में चोंच आदि।
5. अधिकांश जंतुओं में प्रचलन अंग पाए जाते हैं।

उदाहरण– शेर, मैना, मछली, मनुष्य, हाइड्रा, फीताकृमि, केंचुआ, घोंघा, बिच्छू, सितारा मछली आदि।



हाथी

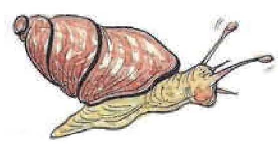
ड्रेगन फ्लाई

तोता

चपटा कृमि

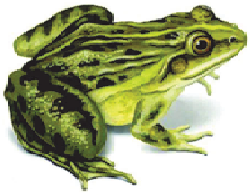
जोंक

मछली



घोंघा

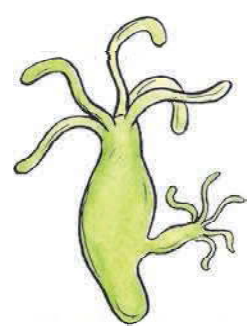
सीपी



मेंढक

साँप

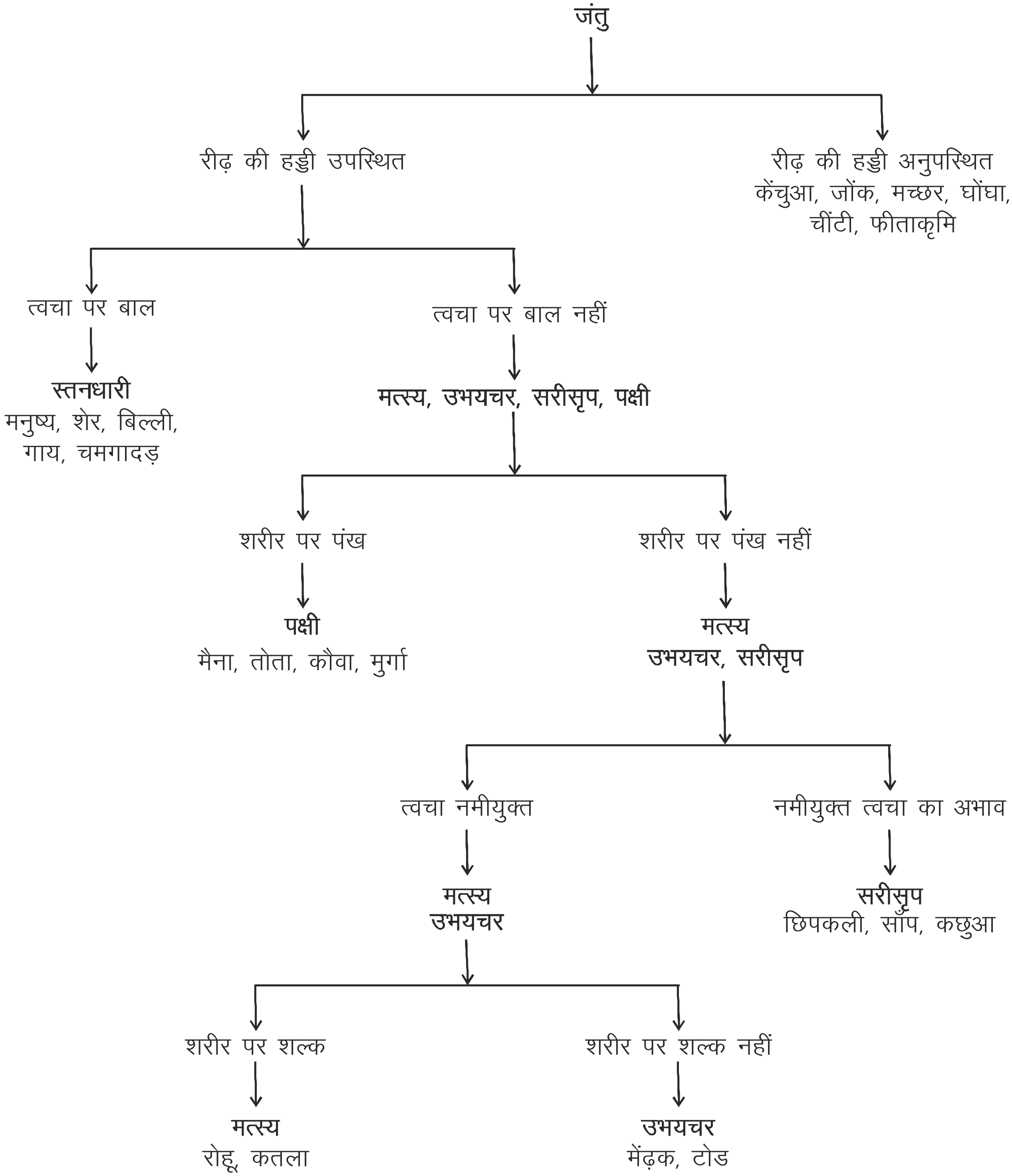
चमगादड़



हाइड्रा

चित्र क्रमांक–8

जंतु जगत का एक वर्गीकरण रीढ़ की हड्डी वाले जंतुओं के संदर्भ में–



चित्र क्रमांक–9 जंतु जगत का वर्गीकरण

- मत्स्य व स्तनधारी में एक प्रमुख अंतर लिखें।

1.5 नामकरण की आवश्यकता एवं प्रक्रिया

T6JDSZ

किसी भी जीव का वर्गीकरण में स्थान निर्धारित करके उसे एक निश्चित नाम देना नामकरण कहलाता है।

किसी भी वस्तु या जीव को विभिन्न क्षेत्रों में स्थानीय भाषा व बोली के अनुसार पुकारा जाता है। जैसे आलू को तमिल में उरूलैंकिलैंक हंगु, मराठी में बटाटा, हिन्दी में आलू तथा अंग्रेजी में पोटेटो कहा जाता है।

एक ही वस्तु के इतने सारे नाम से पहचान में असुविधा होती है। इसी असुविधा को देखते हुए लीनियस ने जीवों के ऐसे नाम की आवश्यकता महसूस की जिसे सारे संसार में एक ही नाम से पुकारा जाए। इन नाम को उन्होंने वैज्ञानिक नाम कहा। जिसमें प्रत्येक जीव का नाम दो शब्दों में रखा जाता है। इसे द्विनाम पद्धति कहा जाता है। इस पद्धति में–

1. प्रत्येक जीव के नाम में पहला शब्द वंश तथा दूसरा शब्द जाति का होता है।
2. जीव के वंश के नाम का पहला अक्षर अंग्रेजी के बड़े अक्षर से तथा अन्य अक्षर छोटे लिखे जाते हैं। जाति का नाम अंग्रेजी के छोटे अक्षरों से लिखा जाता है।
3. वंश एवं जाति के नाम को तिरछे अक्षरों (Italic) में लिखा जाता है। यदि ये नाम सीधे अक्षरों में लिखे जाते हैं तो उनके नीचे रेखा खींचते है।

कुछ जीवों के वैज्ञानिक नाम इस प्रकार हैं–

जीव – वैज्ञानिक नाम

मेंढक – *Rana tigrina*

शेर – *Panthera leo*

गौरेया – *Passer domestics*

मनुष्य – *Homo sapiens*

समय–समय पर प्रकृति में प्रजातियों की विलुप्ति एवं नई–नई प्रजातियों का विकास एक सतत् चलने वाली प्रक्रिया है। इसी कारण वर्गीकरण की कोई भी एक प्रणाली सभी जीवों को सीमाबद्ध नहीं कर सकती है। व्हिटेकर की पाँच जगत पद्धति के विकसित होने के बाद भी कई नई प्रणालियाँ भी आती रही हैं। ऐसा प्रतीत होता है कि पाँच जगत प्रणाली भी ज्ञात जैव विविधता को समेटने के लिए अपर्याप्त है क्योंकि जैसे–जैसे नए–नए जीवों की खोज होती रहेगी और जैव विविधता के आयाम बदलते जाएँगे, वैसे–वैसे ही वर्गीकरण के आधार भी बदलते जाएँगे एवं वर्गीकरण का स्वरूप भी।

मुख्य शब्द (Keywords)

विभिन्नताएँ (variations), जैव विविधता (biodiversity), समूहीकरण (grouping), वर्गीकरण (classification), लक्षण (characteristic), जाति (species), वंश (genus), नामकरण (nomenclature)

हमने सीखा

- प्रकृति में विविध प्रकार के पदार्थ व जीव पाए जाते हैं।
- गुणों में समानता के आधार पर समूह बनाने की प्रक्रिया समूहीकरण कहलाती है।
- वैज्ञानिकों ने जीवों को उनमें पाई जाने वाली समानताओं एवं विभिन्नताओं के आधार पर वर्गीकृत किया है।
- वर्गीकरण जीवों की विविधता व समानता को स्पष्ट करने में सहायक होता है।
- प्रकृति में विभिन्न जीवों का एक साथ, सरलता, सुगमता से एवं क्रमबद्ध अध्ययन के लिए वर्गीकरण की आवश्यकता होती है।
- लीनियस ने संपूर्ण जीव–जगत को दो जगत (पादप जगत एवं जंतुजगत) में विभाजित किया है।
- जीवों को पाँच जगत में वर्गीकृत करने के लिए निम्नलिखित आधारों को ध्यान में रखा गया है–
  1. केंद्रक झिल्ली की अनुपस्थिति व उपस्थिति – प्रोकेरियोटिक व यूकेरियोटिक
  2. जीव का शारीरिक संगठन– एककोशिकीय व बहुकोशिकीय
  3. पोषण विधि – स्वपोषी व विषमपोषी
- उपर्युक्त आधार पर सभी जीवों को पाँच जगतों में बाँटा गया है।

  1. मोनेरा 2. प्रोटिस्टा 3. फंजाई 4. प्लांटी 5. एनीमेलिया
- जीवों के शरीर की रचना में बढ़ती हुई जटिलताओं के आधार पर इन्हें आगे और क्रमिक रूप से वर्गों में रखा गया है।
- जीवों में पाए जाने वाले विभिन्न लक्षण वर्गीकरण के पदानुक्रम को निर्धारित करते हैं।
- केरोलस लीनियस ने द्विनाम पद्धति का प्रतिपादन किया जिसमें जीव को वैज्ञानिक नाम दिया जाता है। इसमें जीव का नाम दो शब्दों में होता है– पहला वंश या जीनस का, दूसरा जाति या स्पीशीज का।
- नए–नए जीवों की खोज एवं जैव विविधता के बदलते आयाम के अनुसार वर्गीकरण का आधार एवं स्वरूप बदलते रहेंगे।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–
   (i) वर्गीकरण में–
   (अ) गुण की पहचान जरूरी नहीं।
   (ब) वर्ग के सदस्यों में अधिक से अधिक समानता है।
   (स) समूह के सदस्यों में समानताएं नहीं होती।
   (द) कोई आधार नहीं है।

   T6T9UM

   (ii) निम्न में से द्विबीजपत्री पौधा है–
   (अ) प्याज (ब) घास
   (स) केला (द) सरसों

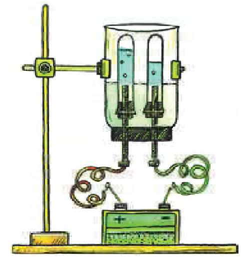
   (iii) मछली एवं कबूतर के बीच एक जैसा मिलने वाला लक्षण नहीं है–
   (अ) धारारेखित शरीर (ब) अंडे देना
   (स) कशेरूक दंड की उपस्थिति (द) पंखों की उपस्थिति
2. रिक्त स्थान की पूर्ति करें–
   (i) समूहीकरण व .... की प्रक्रिया में आधार चुनना आवश्यक है।
   (ii) .... जगत में प्रोकेरियोटिक जीवों को शामिल किया जाता है।
   (iii) पाँच जगत वर्गीकरण .... ने दिया।
3. फंजाई जगत के कोई दो विभेदक लक्षण लिखें।
4. उभयचर एवं सरीसृप में कोई दो अंतर लिखें।
5. फंजाई की कोशिकाओं में कोशिका भित्ति पाई जाती है, फिर भी उन्हें प्लांटी जगत के अंतर्गत नहीं रखा जा सकता क्यों? कोई एक कारण लिखें।
6. सर्प एवं कछुए को एक साथ रखने का क्या आधार है।
7. ऐसे पाँच पौधों के नाम बताएँ जिनके बीजों में दो बीजपत्र पाए जाते हैं?
8. वर्गीकरण की आवश्यकता क्यों पड़ी?
9. द्विनामपद्धति से आप क्या समझते हैं? इसके अंतर्गत जीवों के नाम किस प्रकार लिखे जाते हैं? कोई दो उदाहरण दें।
10. चूहा और चमगादड़ में समान लक्षण कौन–कौन से हैं? लिखें।
11. पाँच जगत वर्गीकरण के क्या आधार हैं? वे पाँच जगत कौन–कौन से हैं विस्तार से समझाएँ।
12. ''आधार बदल जाने पर वर्गीकरण का स्वरूप भी बदल जाता है।'' इस कथन से आप सहमत हैं या नहीं? कारण सहित लिखें।

अध्याय–2

पदार्थ : प्रकृति एवं व्यवहार

(Matter : Nature and Behaviour)

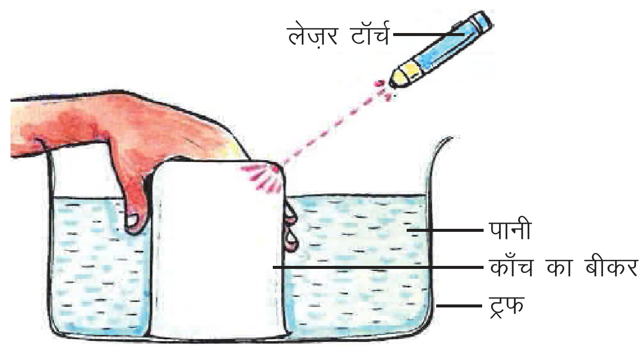
T735HA



प्रकाश, लोहे की कील, ढोलक की आवाज, कुर्सी–टेबल, मुस्कान, भाप आदि उदाहरणों में क्या आपको कुछ समानताएँ या अंतर दिखाई देता है? आइए, इसे समझने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–1

- एक ट्रफ या बालटी लें, उसे पानी से तीन–चौथाई भर लें।
- अब एक काँच का बीकर अथवा गिलास लें, उसे उलटाकर पानी में चित्र क्रमांक–1 के अनुसार डालें।
- क्या पूरे बीकर में पानी भर गया?
- क्या यह बीकर खाली है?
- अब इस बीकर पर लेज़र टॉर्च से प्रकाश डालें।
- क्या प्रकाश की किरणें बीकर के अंदर जाती हैं?



चित्र क्रमांक–1 : पदार्थ स्थान घेरता है

आइए, अब हम समझने की कोशिश करें कि बीकर के अंदर पानी क्यों नहीं गया तथा प्रकाश क्यों जा सका? बीकर में ऐसा क्या था जिसने पानी को अंदर नहीं जाने दिया? हम जानते हैं कि हवा, पानी, कुर्सी–टेबल इत्यादि स्थान घेरते हैं। इसी कारण बीकर में उपस्थित हवा के द्वारा स्थान घेरने के कारण पानी बीकर में नहीं गया।

आपने अनुभव किया होगा कि पानी से भरी बोतल, खाली बोतल की अपेक्षा अधिक भारी होती है। किसी वस्तु का भार उसमें द्रव्यमान के कारण होता है। लोहे की कील, कुर्सी–टेबल, भाप जिनका उल्लेख किया गया है, स्थान घेरते हैं तथा उनमें द्रव्यमान होता है। जबकि प्रकाश, ढोलक की आवाज, मुस्कान आदि में द्रव्यमान नहीं होता और न ही वे स्थान घेरते हैं। इस कारण प्रकाश, बीकर के अंदर जा सका। जो वस्तुएँ स्थान घेरती हैं तथा जिनमें द्रव्यमान होता है उन्हें पदार्थ कहते हैं। चूंकि ढोलक की आवाज, मुस्कान, प्रकाश में यह गुण नहीं पाया जाता इसलिए ये पदार्थ नहीं हैं।

अब आप बता सकते हैं कि हवा, पानी तथा प्रकाश में से कौन से पदार्थ हैं और कौन से नहीं?

नोट :– लेज़र टॉर्च का प्रकाश आँखों को नुकसान पहुँचा सकता है इसलिए इसका उपयोग सावधानी पूर्वक शिक्षक के मार्गदर्शन में ही करें।

T7C1XX

2.1 द्रव्यमान का संरक्षण (Conservation of mass)

आप अपने आस–पास पाए जाने वाले पदार्थों पर ध्यान दें तो उनमें कुछ परिवर्तन होते दिखाई देते हैं जो रंग, गंध, अवस्था में आए बदलाव के द्वारा पहचाने जाते हैं।

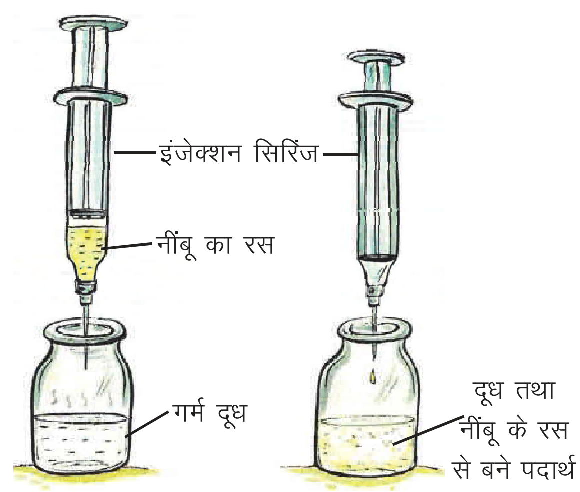
आइए, इसे एक उदाहरण द्वारा समझें, जब हम एक मोमबत्ती को जलाते हैं तो कुछ देर बाद वह पूरी जल जाती है। सोचिए, कि मोमबत्ती के पदार्थों (मोम तथा धागे की बत्ती) का क्या हुआ होगा? बहुत समय तक यह माना जाता था कि वह जलकर समाप्त हो जाती है। जब इसे समझने का प्रयास किया गया तब यह स्पष्ट हुआ कि मोमबत्ती का जलना एक रासायनिक क्रिया है जिसमें मोम के अतिरिक्त ऑक्सीजन भी भाग लेती है और क्रिया के पश्चात् कार्बन डाइऑक्साइड तथा जलवाष्प उत्पाद के रूप में प्राप्त होते हैं, जिनकी पहचान पूर्व में नहीं की जा सकी थी। जब सभी अभिकारकों का कुल द्रव्यमान ज्ञात किया गया तब वह उत्पादों के कुल द्रव्यमान के बराबर पाया गया। इससे पहली बार यह स्पष्ट हुआ कि रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले अभिकारक, उत्पाद में बदलते हैं, वे नष्ट नहीं होते हैं।

ऐसा ही कई अन्य रासायनिक अभिक्रियाओं के अध्ययन में भी पाया गया कि अभिकारकों का कुल द्रव्यमान बनने वाले उत्पादों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है।

इसे भी करें

- इंजेक्शन की खाली, साफ शीशी में 10 mL गर्म दूध डालकर उसका ढक्कन लगा दें।
- इंजेक्शन सिरिंज में 2 mL नींबू का रस लें।
- इसे चित्र 'क' के अनुसार इंजेक्शन की शीशी के ढक्कन में व्यवस्थित कर पूरे उपकरण का वजन नोट करें। ध्यान रहे कि व्यवस्था इस प्रकार की हो कि दूध तथा नींबू का रस आपस में न मिलें।
- अब सिरिंज में रखे नींबू के रस को धीरे–धीरे पिस्टन द्वारा शीशी में डालें।
- शीशी में रखे दूध में होने वाले परिवर्तन का अवलोकन करें।
- क्या आप सोचते हैं कि यहाँ कोई रासायनिक अभिक्रिया हुई है?
- अब पूरे उपकरण का वजन पुनः ज्ञात कर नोट करें (चित्र ख)।
- क्या प्रयोग के पहले तथा बाद में उपकरण के वजन में कोई परिवर्तन हुआ?

नोट : इस प्रयोग से सही निष्कर्ष तभी प्राप्त होगा जब मापन हेतु लिए गए उपकरण द्वारा शुद्धतापूर्वक मापन किया जा सके।



(क) क्रिया के पहले (ख) क्रिया के बाद

पदार्थ अविनाशी होता है

इस समझ को एक नियम के रूप में व्यक्त किया गया : किसी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान को न तो उत्पन्न किया जा सकता और न ही नष्ट। इसे पदार्थ की अविनाशिता का नियम या द्रव्यमान संरक्षण का नियम कहते हैं। इस नियम को लवाइजिए ने प्रतिपादित किया था।

लवाइजिए (Lavoisier) का योगदान

पदार्थ की प्रकृति को समझने का प्रयास सदियों से चला आ रहा है। लेकिन आधुनिक उपकरणों के अभाव में कई भ्रांतियाँ बनी रहीं। एक समय मान्यता यह थी कि एक पदार्थ को दूसरे में रूपांतरित किया जा सकता है उदाहरण के लिए जब काँच के बर्तन में अधिक मात्रा में पानी का आसवन किया गया तब आसवन के पश्चात् बर्तन में रेत जैसे कण पाए गए। अतः यह माना गया कि जल को बहुत देर तक गर्म करने पर वह मृदा में रूपांतरित हो जाता है। यह समझ हमारी आज की रासायनिक अभिक्रियाओं की समझ से भिन्न थी।

लवाइजिए ने इसी प्रयोग को दोहराया। उन्होंने काँच के पूरे उपकरण को प्रयोग के पूर्व सावधानीपूर्वक तौला तथा पानी के आसवन के पश्चात् पुनः तौला। उन्होंने देखा कि काँच के उपकरण के द्रव्यमान में कुछ कमी आ रही है और यह कमी उन रेत जैसे कणों के द्रव्यमान के बराबर है। तब वह पहचान पाए की उस किस्म का काँच थोड़ा पानी में घुल जाता है और पानी के वाष्पित हो जाने पर उसके कण दाने के रूप में प्राप्त होते हैं अर्थात् वे यह निष्कर्ष निकाल पाए कि पानी का मृदा में रूपांतरण नहीं होता है। इसके बाद ही हम रासायनिक अभिक्रियाओं की आधुनिक समझ की तरफ बढ़ पाए।

प्रश्न

1. निम्नलिखित में से पदार्थों को पहचानिए–

   पानी, हवा, कुर्सी, पत्थर, फूल की सुगंध, लोहा, विचार

2. एक अभिक्रिया में 20 g A तथा 40 g B के संयोग से 25 g C, 15 g D तथा 20 g E बनता है। इन प्रेक्षणों द्वारा द्रव्यमान संरक्षण नियम को समझाइए।

2.2 हमारे चारों ओर के पदार्थ (Matter around us)

क्या आपने कभी रेत में चुंबक घुमाकर देखा है? ऐसा करने पर लोहे के कण, रेत से अलग हो जाते हैं। इसी तरह बर्तन में रखा हुआ पानी जब उड़ जाता है तो सफेद रंग के कण बर्तन में दिखाई देते हैं। अतः हम कह सकते हैं कि हमारे आस–पास पाई जाने वाली अधिकतर वस्तुएँ एक से अधिक पदार्थों का मिश्रण हैं जिन्हें हम अलग कर सकते हैं।

समुद्री जल भी जल तथा उसमें घुले लवणों का मिश्रण है। समुद्री जल में घुले हुए लवण (सोडियम क्लोराइड) को वाष्पीकरण या आसवन विधि द्वारा जल से पृथक किया जा सकता है। इसी प्रकार शीतल पेय, शक्कर, नमक तथा कार्बन डाइऑक्साइड का जल में मिश्रण है, जिसके अवयवों को भौतिक विधियों द्वारा पृथक किया जा

सकता है। अतः हम कह सकते हैं कि मिश्रण में एक से अधिक पदार्थ (अवयव) होते हैं तथा जिन्हें सामान्यतः साधारण भौतिक विधियों द्वारा अलग किया जा सकता है। जब हम मिश्रण को समझने का प्रयास करते हैं तो देखते हैं कि मिश्रण भिन्न–भिन्न प्रकार के होते हैं।

2.3 मिश्रण के प्रकार (Types of mixture)

अवयवों की प्रकृति और उनकी आपस में क्रिया के आधार पर विभिन्न प्रकार के मिश्रण बनते हैं। आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझें–

क्रियाकलाप–2

- कक्षा के विद्यार्थी 'क', 'ख', 'ग', 'घ' समूहों में बँट जाएँ।
- समूह 'क' बीकर में 100 mL जल लेकर उसमें एक चम्मच नमक मिलाएँ।
- समूह 'ख' बीकर में 100 mL जल लेकर उसमें एक चम्मच शक्कर मिलाएँ।
- समूह 'ग' बीकर में 100 mL जल लेकर उसमें एक चम्मच चॉक पाउडर मिलाएँ।
- समूह 'घ' बीकर में 100 mL जल लेकर उसमें 10 mL खाने का तेल मिलाएँ।
- प्रत्येक समूह काँच की छड़ की सहायता से बीकर के पदार्थों को मिलाएँ तथा उसके बाद उसे कुछ देर के लिए स्थिर छोड़ दें।
- सभी समूह बीकरों में रखे नमूनों का अवलोकन कर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें–
  - किस–किस बीकर में अवयव पूरी तरह से मिश्रित होकर एक सार दिखाई दे रहे हैं?
  - किस–किस बीकर में अवयवी पदार्थ अब भी अलग–अलग दिखाई दे रहे हैं?

आपने देखा कि समूह 'क' तथा 'ख' को ऐसा मिश्रण प्राप्त हुआ जिसके अवयव पूरी तरह से एक सार (समान रूप से वितरित) दिखाई दे रहे हैं। ऐसे मिश्रणों को समांगी मिश्रण कहते हैं।

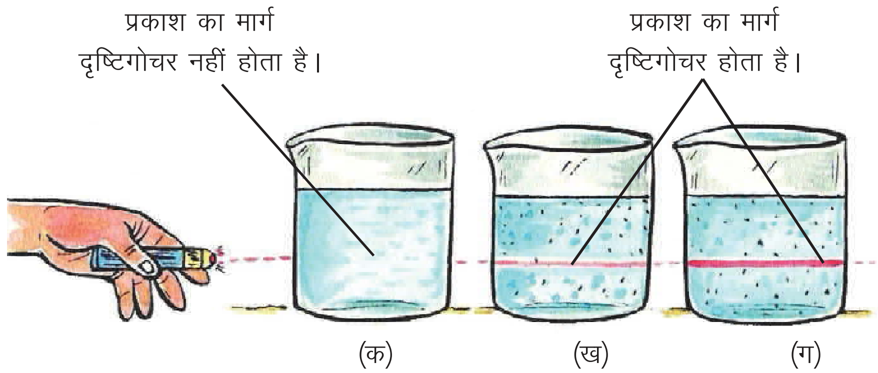
समूह 'ग' तथा 'घ' को जो मिश्रण प्राप्त हुआ है उसमें अवयवी पदार्थ अलग–अलग दिखाई दे रहे हैं अर्थात् समान रूप से वितरित नहीं हैं, ऐसे मिश्रणों को विषमांगी मिश्रण कहते हैं।

आइए, समांगी तथा विषमांगी मिश्रण के गुणों को जानने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–3

- कक्षा के विद्यार्थी पुनः समूह 'क', 'ख' और 'ग' में बँट जाएँ।
- समूह 'क' बीकर में 100 mL जल लेकर, 1 चम्मच नमक मिलाएँ।
- समूह 'ख' बीकर में 100 mL जल लेकर, 1 या 2 बूँद दूध या स्याही मिलाएँ।
- समूह 'ग' बीकर में 100 mL जल लेकर, 1 चम्मच चॉक पाउडर मिलाएँ।
- प्रत्येक समूह काँच की छड़ की सहायता से पदार्थों को जल में अच्छी तरह मिलाएँ तथा अवलोकन करे कि किस बीकर में कण जल में अलग–अलग दिखाई दे रहे हैं?

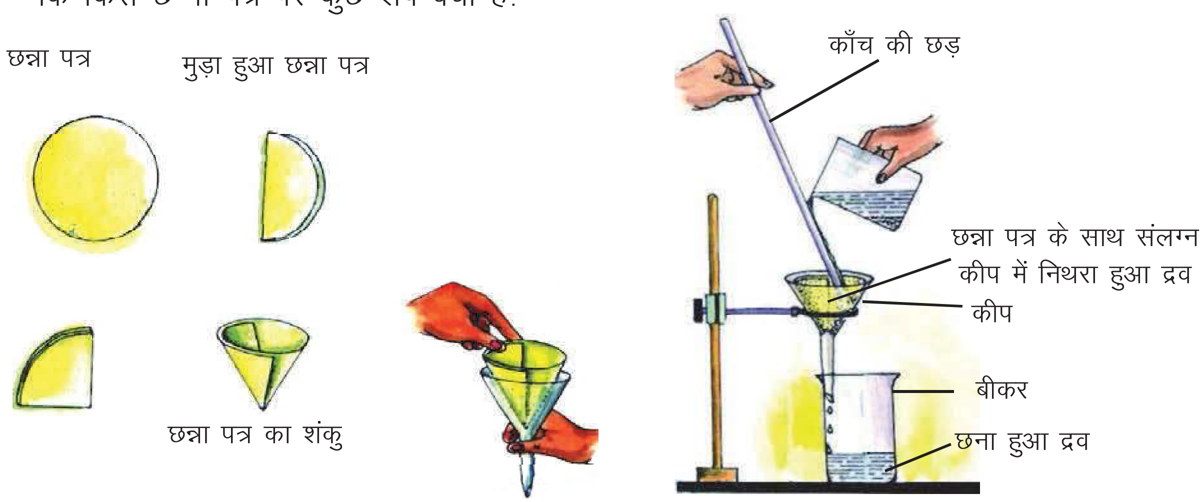
- अब लेज़र टॉर्च से प्रकाश की किरण को क्रमशः 'क', 'ख', 'ग' बीकर पर डालें और उसे प्रकाश किरण के लंबवत दिशा से देखें। किस–किस बीकर में प्रकाश किरण का मार्ग (चित्र क्रमांक–2) दिखाई दे रहा है?



चित्र क्रमांक–2

(क) नमक का विलयन (ख) दूध तथा पानी का मिश्रण (ग) चॉक पाउडर तथा पानी का मिश्रण

- अब तीनों बीकर को 15 मिनट तक स्थिर छोड़ दें फिर अवलोकन करें कि किस–किस बीकर में मिश्रण स्थिर है तथा किसमें कुछ समय बाद कण नीचे बैठने लगे हैं?
- तीनों बीकर के मिश्रणों को अलग–अलग छन्ना पत्र की सहायता से छानें (चित्र क्रमांक–3) तथा नोट करें कि किस छन्ना पत्र पर कुछ शेष बचा है?



चित्र क्रमांक–3 : छानने की विधि

इन तीनों मिश्रणों के गुणों के आधार पर हम कह सकते हैं कि–

- समूह 'क' के मिश्रण में अवयवों के कण दिखाई नहीं दे रहे हैं, इनमें प्रकाश का पथ भी दिखाई नहीं दे रहा है। इसके अवयवी कण तली में नहीं बैठते हैं और उन्हें छानकर अलग नहीं किया जा सकता। ऐसे मिश्रण को विलयन कहते हैं, इनमें अवयवी कण समान रूप से वितरित रहते हैं।

- समूह 'ख' के मिश्रण में अवयवों के कणों को देखा तथा छाना नहीं जा सकता है और न ही कोई कण तली में बैठता है लेकिन समूह 'क' के विपरीत इस बीकर में प्रकाश का पथ दिखाई देता है। इस प्रकार के मिश्रण को कलिल या कोलाइड कहते हैं।
- समूह 'ग' के मिश्रण में अवयवी कणों को छानकर अलग कर सकते हैं साथ ही कुछ देर रखने पर यह कण तली पर बैठ जाते हैं। इस बीकर में कण इतने बड़े होते हैं कि न सिर्फ ये प्रकाश की किरणों को बिखेर देते हैं बल्कि कण दिखाई भी देते हैं। ऐसे मिश्रण को निलंबन कहते हैं।

क्रियाकलाप 2 तथा 3 के आधार पर हमने जाना कि दो पदार्थों का समांगी मिश्रण विलयन कहलाता है तथा विषमांगी मिश्रण कोलाइड अथवा निलंबन होता है।

T7KHZK

आइए, विलयन, कोलाइड तथा निलंबन को विस्तार से समझें।

2.4 विलयन क्या है? (What is a solution?)

हम अपने दैनिक जीवन में नींबू के शरबत, सोडावाटर आदि विलयनों का उपयोग करते हैं। सामान्यतः विलयन दो भागों– विलायक तथा विलेय से मिलकर बनता है। विलयन का वह अवयव जिसकी मात्रा दूसरे अवयव से अधिक होती है तथा जो दूसरे अवयव को स्वयं में मिलाता है उसे विलायक तथा जिसकी मात्रा कम होती है तथा विलायक में घुलता है उसे विलेय कहते हैं। विलेय ठोस, द्रव या गैस हो सकते हैं। विलयन में विलेय तथा विलायक के कणों का एक समान वितरण होता है। इस प्रकार एक समान वितरण होने के कारण यदि इस विलयन के किसी भी छोटे भाग की जाँच करें तो हमें एक समान गुण प्राप्त होते हैं अर्थात् ऐसे मिश्रण समांगी मिश्रण होते हैं उदाहरण के लिए नमक तथा पानी का विलयन हर स्तर पर समान स्वाद रखता है।

चोट लगने पर लगाया जाने वाला टिंक्चर आयोडीन, ऐल्कोहॉल (विलायक) में बना आयोडीन (विलेय) का विलयन है। सामान्यतः हम यह मानते हैं कि विलयन में किसी द्रव में ठोस, द्रव या गैस घुली रहती है लेकिन गैसीय विलयन (हवा–ऑक्सीजन 21%, नाइट्रोजन 78% तथा अन्य गैसों की अल्प मात्रा) तथा ठोस विलयन (मिश्र धातु) भी पाए जाते हैं।

मिश्र धातुएँ (Alloys)

मिश्र धातुएँ, धातुओं के ऐसे समांगी मिश्रण हैं जिनके अवयवों को भौतिक विधियों के द्वारा अलग नहीं किया जा सकता लेकिन इन्हें मिश्रण माना जाता है उदाहरण के लिए पीतल (brass) में 60–80% ताँबा तथा 20–40% जस्ता होता है। मिश्र धातुएँ जिन अवयवों से मिलकर बनती हैं उनके गुणों को दर्शाती हैं।

2.4.1 विलयन के गुण (Properties of a solution)

- विलयन के अवयवों को विलेय और विलायक कहते हैं। एक विलयन में एक से अधिक विलेय हो सकते हैं।
- विलयन में उसके अवयव, परमाणु या अणु के स्तर तक एक समान रूप से मिश्रित होते हैं अर्थात् इनके कण अत्यंत छोटे होते हैं।

- अत्यंत छोटे होने के कारण इन कणों को न तो छाना जा सकता है और न ही ये कण इतने भारी होते हैं कि नीचे तली पर बैठ पाएँ।
- अपने छोटे आकार के कारण यह कण प्रकाश की किरणों को नहीं फैला सकते इसलिए विलयन में प्रकाश का पथ दिखाई नहीं देता।

2.4.2 विलयन के प्रकार (Types of a solution)

विलयन में उपस्थित विलेय पदार्थ की मात्रा के आधार पर विलयन को वर्गीकृत किया जा सकता है। आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझें।

क्रियाकलाप–4

- दो बीकर में 100–100 mL जल लें।
- एक बीकर में एक चम्मच नमक तथा दूसरे में एक चम्मच शक्कर डालें तथा विलयन को काँच की छड़ से हिलाएँ।
- अब दोनों बीकर में क्रमशः नमक व शक्कर तब तक डालते जाएँ जब तक उनका घुलना बंद न हो जाए।
- क्या घुलने वाले नमक व शक्कर की मात्राएँ समान हैं?
- अब दोनों बीकर को स्प्रिट लैंप की सहायता से गर्म करें, क्या अविलेय नमक व शक्कर पानी में घुल गए?
- अब दोनों बीकर में क्रमशः एक–एक चम्मच नमक व शक्कर और डालें, क्या वे भी विलयन में घुल गए?

इस क्रियाकलाप से यह निष्कर्ष निकलता है कि एक निश्चित ताप पर किसी विलायक में कोई विलेय उतना ही घुलता है जितनी विलायक की क्षमता होती है। किसी निश्चित ताप पर विलायक के निश्चित आयतन में और अधिक विलेय घोलना संभव नहीं हो तो वह विलयन संतृप्त विलयन कहलाता है। विलेय पदार्थ की वह मात्रा जो उस ताप पर संतृप्त विलयन में उपस्थित रहती है उसकी घुलनशीलता या विलेयता कहलाती है। यदि विलेयता स्तर से कम विलेय किसी विलायक में घुला हो तो उसे असंतृप्त विलयन कहते हैं। क्रियाकलाप–4 में हमने देखा कि किसी ताप पर किसी विलेय के संतृप्त विलयन को गर्म करने पर उसमें और अधिक विलेय घुल सकता है। अब अगर इस विलयन को ठंडा करें तब प्रायः ये अतिरिक्त विलेय घुलित अवस्था में ही रहता है। इस विलयन को उस ताप पर अतिसंतृप्त विलयन कहा जाता है। अनुकूल परिस्थितियाँ मिलने पर ही इस अतिरिक्त विलेय के रवे बनते हैं उदाहरण–चाशनी, शक्कर का पानी में अतिसंतृप्त विलयन है।

क्रियाकलाप–4 के आधार पर हम यह भी कह सकते हैं कि एक निश्चित तापक्रम पर अलग–अलग पदार्थों की विलेयता भिन्न–भिन्न हो सकती है। क्या विलयन में विलेय पदार्थ की मात्रा के आधार पर उसे सांद्र या तनु विलयन में विभाजित किया जा सकता है? इसके लिए हमें विलयनों की सांद्रता का ज्ञान होना आवश्यक है। आइए, इसे हम क्रियाकलाप द्वारा समझें।

क्रियाकलाप–5

- दो बीकर लें और उन्हें 'क' तथा 'ख' नामांकित करें, प्रत्येक में 100 mL पानी डालें।

- बीकर 'क' में ½ चम्मच तथा बीकर 'ख' में 2 चम्मच नमक डालें।
- दोनों बीकर के विलयनों को अच्छी तरह काँच की छड़ की सहायता से मिलाएँ।
- बीकर 'क' में विलेय (नमक) की मात्रा बीकर 'ख' के विलेय से कम है। अतः बीकर 'क' का विलयन तनु विलयन तथा बीकर 'ख' का विलयन सांद्र विलयन है, तनु व सांद्र तुलनात्मक शब्द हैं।

• Nutritional Facts g/100g	
Calories K cal	58
Protein	3.0
Carbohydrate	4.7
Fat	3.0
Saturate	1.8
Trans Fat	ND

चित्र क्रमांक–4 : दूध में अवयवों की प्रतिशत सांद्रता

किसी विलयन की सांद्रता मात्रात्मक रूप से व्यक्त की जाए तो वह उस विलयन की दी हुई मात्रा (द्रव्यमान या आयतन) में उपस्थित विलेय की मात्रा है।

हम अपने दैनिक जीवन में ऐसे कई उदाहरण देखते हैं जिनमें विलयन की सांद्रता का उल्लेख होता है जैसे दूध के पैकेट (दूध के प्रति 100 g में 3.0 g प्रोटीन, 4.7 g कार्बोहाइड्रेट तथा 3.0 g वसा; चित्र क्रमांक–4), दवाई की बोतल आदि में भी अवयवों की प्रतिशत में सांद्रता दी जाती है।

विलयन की सांद्रता प्रदर्शित करने के कई तरीके हैं। उनमें से एक है–

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

उदाहरण–1 : एक विलयन के 520 g विलायक जल में 40 g साधारण नमक विलेय है, विलयन की सांद्रता ज्ञात करें।

हल : विलेय पदार्थ (नमक) का द्रव्यमान = 40 g

विलायक (जल) का द्रव्यमान = 520 g

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

$$40\text{ g} + 520\text{ g}$$

$$= 560\text{ g}$$

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

T7UT28

$$= \frac{40}{560} \times 100 = 7.14\%$$

2.5 निलंबन क्या है? (What is a suspension?)

क्रियाकलाप 3 में समूह 'ग' को जो मिश्रण (चॉक का जल में) प्राप्त हुआ वह निलंबन है। गंदला जल, कीचड़ का, जल में ऐसा ही मिश्रण है। इसमें विलेय के कण माध्यम में घुलते तो नहीं हैं किंतु माध्यम में निलंबित

रहते हैं। ये निलंबित कण आँखों से देखे जा सकते हैं। रेत और जल का मिश्रण, हल्दी और जल का मिश्रण आदि भी निलंबन के अन्य उदाहरण हैं।

प्राप्त अवलोकनों से हम निलंबन के निम्नलिखित गुण पहचान सकते हैं–

- निलंबन एक विषमांगी मिश्रण है क्योंकि यह अलग–अलग भागों पर अलग–अलग संघटन प्रदर्शित करता है।
- इसमें कण इतने बड़े होते हैं कि उन्हें आँखों से देखा जा सकता है और यह प्रकाश को फैलाते हैं। जिससे इसका मार्ग दिखाई देता है और कण भी दिखाई देते हैं।
- निलंबित कण आकार में बड़े होते हैं और मिश्रण को स्थिर छोड़ने पर वे तल में बैठना प्रारंभ कर देते हैं। इन्हें छन्ना पत्र से पृथक किया जा सकता है।

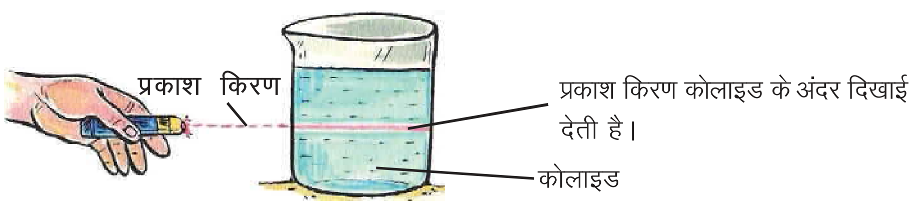
T84P3V

2.6 कोलाइड क्या है? (What is a colloid?)

क्रियाकलाप 3 में समूह 'ख' को जो मिश्रण (दूध/स्याही तथा जल) प्राप्त हुआ वह क्या है, विलयन या निलंबन? यदि वह दोनों ही नहीं है तो क्या है?

अवलोकन के आधार पर यह निष्कर्ष निकलता है कि यह मिश्रण की विलयन तथा निलंबन के बीच की अवस्था है, इसे कोलाइड कहा जाता है। इसके कण निलंबन के कणों से छोटे होते हैं इसलिए यह विषमांगी होते हुए भी समांगी प्रतीत होता है।

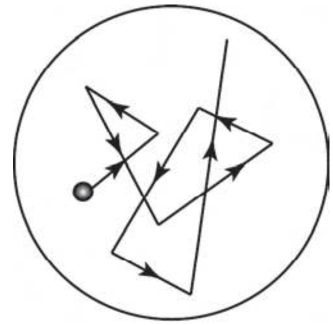
- कोलाइड के कणों का आकार इतना छोटा होता है कि इन्हें आँखों से नहीं देखा जा सकता। ये तली पर भी नहीं बैठते और न ही इन्हें छानकर अलग किया जा सकता है। किंतु इन्हें अपकेंद्रीय बल (centrifugal force) लगाकर अलग किया जा सकता है। घरों में दही को मथनी से बिलोकर या मिक्सर में घुमाकर मक्खन निकाला जाता है। यहाँ भी अपकेंद्रीय बल के उपयोग द्वारा कोलाइड से कणों को अलग किया जाता है। यदि आपकी शाला में अपकेंद्रीय यंत्र हो तो एक परखनली में दूध लेकर 2 मिनट तक घुमाकर देखें, क्या दूध से क्रीम पृथक होती है?
- इसके कण प्रकाश की किरण को आसानी से फैला देते हैं जिसके कारण प्रकाश किरण का मार्ग दिखाई देता है। यह प्रभाव टिंडल प्रभाव (Tyndall effect) कहलाता है (चित्र क्रमांक 5)। इस प्रभाव की खोज जॉन टिंडल नामक वैज्ञानिक ने की थी।



चित्र क्रमांक–5 : टिंडल प्रभाव

इस प्रभाव को अंधेरे कमरे में छोटे से छेद से आने वाले प्रकाश में भी देख सकते हैं। अंधेरे कमरे में यह प्रभाव धूल और धुएँ (कार्बन) के कणों के द्वारा प्रकाश के फैलने के कारण होता है।

- कोलाइड में विलेय के कणों पर विलायक के कण असममित ढंग से बल डालते हैं जिसके कारण विलयन में विलेय के कण अनियमित (zig-zag) ढंग से गति करते हैं (चित्र क्रमांक–6)। इस घटना का अध्ययन राबर्ट ब्राउन ने 1887 में किया था अतः कणों की इस प्रकार की अनियमित गति को ब्राउनी गति (Brownian motion) कहते हैं।



चित्र क्रमांक–6
ब्राउनी गति

प्रश्न

1. निम्नलिखित मिश्रणों में से विलयन, कोलाइड तथा निलंबन की पहचान करें–
   कीचड़, दूध, नमक का जल में घोल।
2. निम्नलिखित मिश्रणों में से कौन टिंडल प्रभाव प्रदर्शित करेगा–
   शक्कर का विलयन, स्याही का जल में विलयन, स्टार्च विलयन, नमक का विलयन।
3. 250 g कपड़े धोने के सोडे को 1 kg जल में घोलकर विलयन बनाया गया। इस विलयन की सांद्रता प्रतिशत में ज्ञात कीजिए।
4. चावल की माँड़ (पसिया) की 1–2 बूँद का 100 mL जल में घोल कोलाइड है या निलंबन? कारण सहित समझाइए।

हम जानते हैं कि मिश्रण कई प्रकार के होते हैं तथा इसके अवयवों को पृथक्करण की विभिन्न विधियों द्वारा पृथक कर सकते हैं। पृथक किए जाने पर यदि हमें ऐसे पदार्थ मिलते हैं जिन्हें और सरल रूप में पृथक नहीं किया जा सकता, उन्हें शुद्ध पदार्थ कहते हैं।

पृथक्करण की नई–नई विधियों के आने के कारण ऐसा हो सकता है कि जिन्हें हम आज शुद्ध पदार्थ कहते हैं वे भविष्य में मिश्रण निकलें उदाहरण के लिए, पूर्व में लंबे समय तक हवा को शुद्ध पदार्थ समझा जाता था लेकिन अब हम जानते हैं कि हवा कई गैसों का मिश्रण है। आइए, अब हम शुद्ध पदार्थों को विस्तार से समझें।

2.7 शुद्ध पदार्थों के कौन–कौन से प्रकार हैं? (What are the types of pure substance?)

रासायनिक संघटन के आधार पर शुद्ध पदार्थों को तत्वों या यौगिकों में वर्गीकृत किया जाता है।

2.7.1 तत्व (Elements)

आप जानते हैं कि तत्व वे पदार्थ हैं जिन्हें रासायनिक विधियों (ऊष्मा, प्रकाश, विद्युत या अन्य रासायनिक पदार्थों से क्रिया) द्वारा दो या दो से अधिक सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता है। हाइड्रोजन एक तत्व है इसी प्रकार सोडियम (Na), आयरन (Fe), कॉपर (Cu) आदि भी तत्व हैं। तत्वों की इस सूची में और नाम जोड़िए। आप कितने नाम और जोड़ सके?

फ्रांस के रसायनशास्त्री एंटोनी लॉरेंट लवाइजिए (सन् 1743–1794) ने सर्वप्रथम तत्व की आधुनिक परिभाषा को प्रयोगों द्वारा प्रतिपादित किया। उनके अनुसार तत्व किसी पदार्थ का वह मूल रूप है जिसे रासायनिक विधियों द्वारा अन्य सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता है।

तत्व को सरल पदार्थों में इसलिए विभाजित नहीं किया जा सकता क्योंकि वे एक ही प्रकार के परमाणुओं से बने होते हैं उदाहरण के लिए ताँबा सिर्फ ताँबे के परमाणुओं से तथा आयरन सिर्फ आयरन के परमाणुओं से बना होता है। तत्व ठोस, द्रव तथा गैसीय अवस्था में पाए जाते हैं।

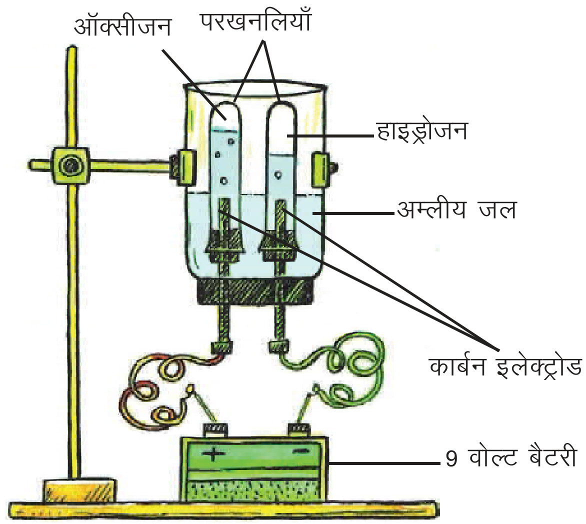
क्या आप जानते हैं?

- अभी तक ज्ञात तत्वों की संख्या 118 है। इनमें से 94 तत्व प्राकृतिक, शेष मानव निर्मित हैं।
- अधिकांश तत्व ठोस हैं।
- पारा तथा ब्रोमीन तत्व कमरे के तापमान पर द्रव हैं।
- गैलियम तथा सीजियम तत्व कमरे के तापमान (300 K) से कुछ अधिक तापमान पर द्रव अवस्था में बदल जाते हैं।
- 11 तत्व कमरे के तापमान पर गैस हैं।

2.7.2 यौगिक (Compounds)

हमारे आस–पास ऐसे कई पदार्थ हैं जो दो या दो से अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात में रासायनिक संयोजन से बनते हैं। ये पदार्थ यौगिक कहलाते हैं। रासायनिक अभिक्रिया के पश्चात् बने यौगिक के गुण अवयवी तत्वों से भिन्न होते हैं उदाहरण के लिए पानी (H_2O) एक यौगिक है जो ज्वलनशील गैस हाइड्रोजन (H_2) तथा जलाने में सहायक गैस ऑक्सीजन (O_2) के रासायनिक संयोजन से बनता है लेकिन पानी न तो ज्वलनशील होता है और न ही जलाने में सहायक होता है। बल्कि वह ज्वाला को बुझाता है। पानी में उपस्थित अवयवों के अनुपात को जानने के लिए एक क्रियाकलाप किया गया। जिसमें –

- एक चौड़े मुँह की प्लास्टिक की बोतल लेकर उसकी तली काट दी गई। बोतल के मुँह पर दो छिद्र वाला रबर कॉर्क लगाकर इन छिद्रों में कार्बन की दो छड़ें लगा दी गईं। बोतल को चित्र क्रमांक–7 के अनुसार व्यवस्थित किया गया।
- उल्टी रखी बोतल में दो–तिहाई जल भरकर कुछ बूँदें तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की डाली गईं।
- जल से भरी काँच की दो परखनलियों को कार्बन इलेक्ट्रोडों पर इस प्रकार रखा गया कि परखनलियों में हवा बिल्कुल न जाए और परखनलियाँ पानी से पूरी भरी रहें।
- दोनों इलेक्ट्रोडों को 9 वोल्ट की बैटरी से जोड़ा गया।



चित्र क्रमांक–7 : जल का विद्युत अपघटन

- दोनों परखनलियों में एकत्र हो रही गैसों को ध्यान से देखने पर पता चला कि दोनों परखनलियों में समान दर से गैसें एकत्रित नहीं होती हैं।
- जब एक परखनली में पूरा पानी नीचे उतर गया अर्थात् परखनली गैस से पूरी भर गई तब दूसरी परखनली में एकत्रित गैस का आयतन लगभग आधा था।
- इस प्रकार दोनों परखनलियों में एकत्रित गैसों के आयतन में अंतर था।
- जब आधी भरी परखनली गैस से पूरी भर गई तो उसे भी बीकर से बाहर निकाल लिया गया।
- क्रमशः दोनों परखनलियों के मुख के पास जलती हुई माचिस की तीली ले जाई गई।
- तब देखा गया कि जलाने में सहायक गैस (O_2) तथा स्वयं जलने वाली गैस (H_2) का आयतन के अनुसार पानी में अनुपात 2 : 1 था।

उपर्युक्त क्रियाकलाप के आधार पर यह निष्कर्ष निकला कि पानी एक यौगिक है जो दो तत्वों हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के आयतन अनुसार अनुपात 2:1 में रासायनिक संयोग से बनता है तथा इस बने हुए पदार्थ के गुण हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन से भिन्न होते हैं। इसके अवयवों को रासायनिक विधियों जैसे– विद्युत अपघटन द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

यदि जल में भार की दृष्टि से हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन के द्रव्यमानों के अनुपात की गणना की जाए तो यह सदैव 1:8 होता है, चाहे जल का स्रोत कोई भी हो। इसी प्रकार यदि 9 ग्राम जल का अपघटन करें तो सदैव 1 ग्राम हाइड्रोजन तथा 8 ग्राम ऑक्सीजन ही प्राप्त होगी। ऐसे ही परिणाम अन्य यौगिकों के अध्ययन से भी प्राप्त होते हैं जैसे– कार्बन डाइऑक्साइड के लिए किए गए प्रयोग में कार्बन तथा ऑक्सीजन का द्रव्यमान के अनुसार अनुपात हमेशा 12:32 प्राप्त हुआ।

प्राउस्ट ने इस प्रकार के प्रयोगों द्वारा यह प्रतिपादित किया कि कोई भी यौगिक जो दो या दो से अधिक तत्वों से बना होता है उसमें तत्वों का अनुपात स्थिर होता है चाहे उसे किसी भी प्रकार से प्राप्त किया गया हो या बनाया गया हो। इसे निश्चित या स्थिर अनुपात का नियम (law of definite or constant proportions) कहते हैं।

अमोनिया, खाने का सोडा आदि भी यौगिकों के अन्य उदाहरण हैं। इनमें भी अवयवी तत्वों का अनुपात स्थिर अनुपात नियम के अनुसार ही पाया जाता है।

प्रश्न

1. निम्नलिखित को तत्व तथा यौगिक में वर्गीकृत करें–

   पोटैशियम, चूना, गंधक, कपड़े धोने का सोडा, कार्बन, लेड, सिरका।
2. मैग्नीशियम के तार को हवा में जलाने पर सफेद रंग का ऑक्साइड बनता है। यह तत्व होगा या यौगिक कारण सहित बताइए।
3. नमक क्या है– तत्व, यौगिक या मिश्रण? समझाइए।

मुख्य शब्द (Keywords)

विलयन (solution), कोलाइड (colloid), निलंबन (suspension), समांगी मिश्रण (homogeneous mixture), विषमांगी मिश्रण (heterogeneous mixture), संतृप्त विलयन (saturated solution), असंतृप्त विलयन (unsaturated solution), अतिसंतृप्त विलयन (supersaturated solution), सांद्रता (concentration), विलेयता (solubility), विलायक (solvent), विलेय (solute), टिंडल प्रभाव (Tyndall effect), ब्राउनी गति (Brownian motion), अपकेंद्रीय बल (centrifugal force), द्रव्यमान का संरक्षण (Conservation of mass)

हमने सीखा

- पदार्थ स्थान घेरता है तथा उसमें द्रव्यमान होता है।
- पदार्थों को मिश्रण तथा शुद्ध पदार्थ में वर्गीकृत किया जाता है।
- मिश्रण में एक से अधिक पदार्थ किसी भी अनुपात में मिले होते हैं, इसमें अवयवी पदार्थों के गुण पाए जाते हैं। ज्यादातर अवयवी पदार्थों को सामान्य भौतिक विधियों द्वारा अलग किया जा सकता है।
- मिश्रण में जब अवयवी कणों का वितरण समान हो तो उसे समांगी तथा वितरण असमान हो तो उसे विषमांगी मिश्रण कहते हैं।
- विलयन दो या दो से अधिक पदार्थों का समांगी मिश्रण है। विलयन का वह अवयव जिसकी मात्रा अधिक हो उसे विलायक तथा जिसकी मात्रा कम हो उसे विलेय कहते हैं।
- विलयन की सांद्रता का अर्थ है किसी विलयन की दी गई मात्रा में उपस्थित विलेय की मात्रा।
- वह मिश्रण जिसमें कणों का आकार इतना बड़ा हो कि उसे आँखों से देखा जा सके, निलंबन कहलाता है।
- कोलाइड में कणों का आकार इतना छोटा होता है कि उन्हें देखा नहीं जा सकता, ये कण प्रकाश के मार्ग को फैला देते हैं अतः उसका मार्ग दिखाई देता है।
- शुद्ध पदार्थ तत्व या यौगिक होते हैं। तत्व को रासायनिक विधियों द्वारा सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता है। यौगिक वह पदार्थ है जो दो या दो से अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात में रासायनिक संयोग से बनता है। यौगिक के गुण उसमें उपस्थित तत्वों के गुणों से भिन्न होते हैं।
- रासायनिक अभिक्रिया के अभिकारकों का कुल द्रव्यमान उत्पादों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है। यह पदार्थ की अविनाशिता का नियम कहलाता है।
- किसी भी यौगिक में अवयवी तत्व द्रव्यमान के आधार पर सदैव एक निश्चित अनुपात में होते हैं, इसे निश्चित या स्थिर अनुपात का नियम कहते हैं।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

   (i) समांगी मिश्रण है–

   (अ) लोहा (ब) काँसा

   (स) 24 कैरेट सोना (द) ऑक्सीजन

   (ii) विषमांगी मिश्रण है–

   (अ) शुद्ध जल (ब) कांक्रीट

   (स) नमक का जल में विलयन (द) चूना

   (iii) ऑक्सीजन है–

   (अ) तत्व (ब) यौगिक

   (स) समांगी मिश्रण (द) विषमांगी मिश्रण

   (iv) शक्कर है–

   (अ) तत्व (ब) यौगिक

   (स) समांगी मिश्रण (द) विषमांगी मिश्रण

   (v) टिंडल प्रभाव प्रदर्शित करता है–

   (अ) नमक का पानी में विलयन (ब) स्टार्च विलयन

   (स) खाने के सोडे का विलयन (द) सिरका

   (vi) शुद्ध पदार्थ नहीं है–

   (अ) बर्फ (ब) लोहा

   (स) पारा (द) दूध

2. निम्नलिखित मिश्रणों में से विलयन की पहचान कीजिए–

   मिट्टी, समुद्री जल, वायु, सोडावाटर, गोंद का जल में घोल, दूध का जल में घोल।

3. निम्नलिखित को तत्व, यौगिक एवं मिश्रण में पृथक कीजिए–

   नींबू का शरबत, चट्टान, ताँबा, हीरा, नमक, निऑन गैस, सलाद, शुद्ध पानी, ऐलुमिनियम, चाँदी, साबुन, रक्त, कार्बन डाइऑक्साइड, सोडियम।

4. सही उत्तर चुनकर रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

   (i) किसी तत्व में .... के कण होते हैं। (एक प्रकार के/अलग–अलग प्रकार के)

   (ii) कोलाइडल कणों द्वारा प्रकाश का फैलाना .... कहलाता है। (टिंडल प्रभाव/ब्राउनी गति)

(iii) टिंचर आयोडीन विलयन में आयोडीन .... है। (विलेय / विलायक)

(iv) .... के कणों को छन्ना पत्र द्वारा छानकर पृथक किया जा सकता है। (निलंबन / कोलाइड)

(v) .... के कण आँखों से नहीं देखे जा सकते हैं। (विलयन / निलंबन)

5. निम्नलिखित की उदाहरण सहित व्याख्या कीजिए–

शुद्ध पदार्थ, संतृप्त विलयन, कोलाइड, निलंबन

6. किसी एक क्रियाकलाप के द्वारा सिद्ध कीजिए कि शक्कर में पानी का घोल, विलयन है।

7. किसी ठोस की द्रव में विलेयता पर तापमान का क्या प्रभाव पड़ता है? क्रियाकलाप द्वारा समझाइए।

8. विलयन, कोलाइड तथा निलंबन में अंतर लिखिए।

9. समांगी तथा विषमांगी मिश्रण में आप कैसे अंतर करेंगे?

10. सीमा ने तीन ठोस पदार्थ अ, ब एवं स लिए। विभिन्न तापक्रमों पर 100 g जल में इनके संतृप्त विलयन बनाने के लिए आवश्यक पदार्थों की सारणी निम्नानुसार तैयार की–

विलेय पदार्थ	तापमान **K** में			
	293 K	313 K	333 K	353 K
अ	35 g	36 g	37 g	38 g
ब	32 g	62 g	106 g	167 g
स	34 g	40 g	46 g	54 g

(क) 293 K पर तीनों पदार्थों के संतृप्त विलयन बनाने के लिए आवश्यक पदार्थों की मात्राएँ कितनी–कितनी हैं? इसके आधार पर आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं।

(ख) 500 g जल में 313 K तापमान पर विलेय पदार्थों के संतृप्त विलयन बनाने के लिए आवश्यक विलेय पदार्थों की मात्रा की गणना कीजिए।

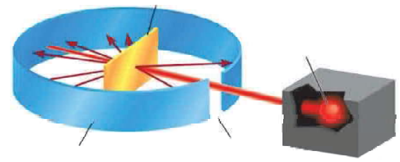
(ग) 353 K पर 'अ' तथा 'स' विलयन की सांद्रता प्रतिशत में ज्ञात कीजिए।

TJRTL3

अध्याय–3

परमाणु संरचना

(Atomic Structure)



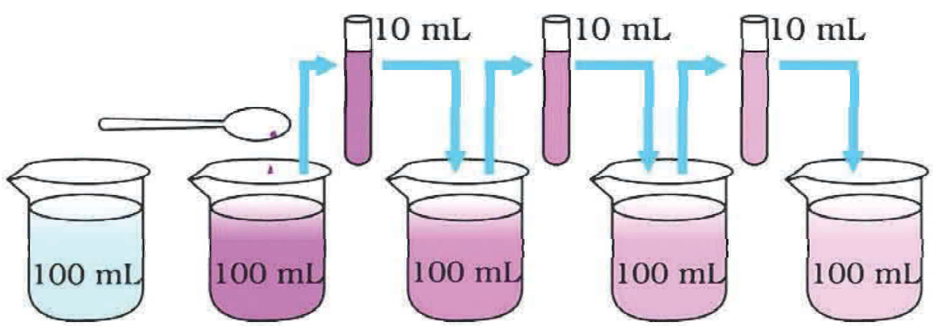
हम अपने चारों तरफ देखें तो हमें विभिन्न आकार, आकृति, रंग और बनावट वाली वस्तुएँ दिखाई देती हैं जो विभिन्न पदार्थों से बनी होती हैं। पदार्थ कणों से बने होते हैं। अब प्रश्न यह उठता है कि आखिर ये कण कितने छोटे होते हैं?

जब हम एक गिलास पानी में 1–2 बूँदें डिटॉल की डालते हैं तब पानी से डिटॉल की गंध आने लगती है। इसमें यदि और पानी मिलाएँ तब भी उसकी गंध आती है, ऐसा क्यों होता होगा?

आइए, इसे समझने के लिए एक क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–1

- पोटैशियम परमैंगनेट के दो या तीन क्रिस्टल को 100 mL पानी में घोल लें, घोल के रंग को ध्यान से देखें। (चित्र क्रमांक–1)
- इस घोल में से लगभग 10 mL घोल निकालकर उसे 90 mL पानी में मिला दें।
- फिर इस घोल (उपर्युक्त) में से 10 mL निकालकर उसे भी 90 mL पानी में मिला दें।
- इस प्रकार इस घोल को 5 से 8 बार तक तनुकृत करते जाएँ।
- क्या घोल अब भी रंगीन है?



चित्र क्रमांक–1 : पदार्थ के कण कितने छोटे होते हैं

तनु घोल के रंग को देखने के लिए परखनली के पीछे सफेद कागज रखकर देखिए एवं तुलना करने के लिए एक परखनली में सादा पानी ले लीजिए।

इस क्रियाकलाप में आपने अवलोकन किया है कि पोटैशियम परमैंगनेट के 2 या 3 क्रिस्टल पानी की बहुत अधिक मा़त्रा को रंगने के लिए पर्याप्त हैं। सोचिए, पोटैशियम परमैंगनेट के एक क्रिस्टल में कितने अधिक कण होंगे और वे कितने सूक्ष्म होंगे?

वास्तव में ये इतने सूक्ष्म होते हैं कि उस पदार्थ का इससे छोटा कण हो ही नहीं सकता। पदार्थों के ये सूक्ष्म कण दो प्रकार के होते हैं– अणु तथा परमाणु। परमाणु एक आधारभूत (बुनियादी) कण है। परमाणु आपस में जुड़कर अणु बनाते हैं। सदियों से परमाणु को समझने के प्रयास किए जा रहे हैं। परमाणु की वर्तमान अवधारणा तक हम कैसे पहुँचे हैं? आइए, इसे जानें।

3.1 परमाणु की कहानी कितनी नई, कितनी पुरानी (The story of the atom)

परमाणु को जानने के प्रयास की कहानी बड़ी रोचक है जो ईसा से 500 वर्ष पूर्व से शुरू हुई। भारतीय दार्शनिक महर्षि कणाद ने प्रतिपादित किया था कि यदि हम पदार्थ (द्रव्य) को विभाजित करते जाएँ तो हमें छोटे–छोटे कण प्राप्त होते जाएँगे तथा अंत में एक सीमा आएगी जब प्राप्त कण को पुनः विभाजित नहीं किया जा सकेगा अर्थात् वह सूक्ष्मतम कण अविभाज्य रहेगा। एक ग्रीक दर्शनशास्त्री लियुसीपस (Leucippus) और उनके विद्यार्थी डेमोक्रिटस (Democritus) ने इस बारे में सोचना शुरू किया कि अगर किसी पदार्थ के टुकड़े करते जाएँ तो एक स्थिति ऐसी आती होगी जब उसे और अधिक छोटे टुकड़ों में नहीं तोड़ा जा सकता। डेमोक्रिटस ने उसे ''एटमोस'' कहा अर्थात् जिसे और तोड़ा नहीं जा सकता। साथ ही यह भी कहा कि पूरी दुनिया इन्हीं से बनी हुई है।

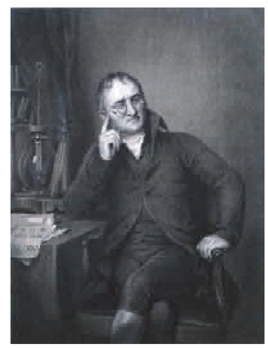
हम जानते हैं कि विज्ञान में केवल चिंतन–मनन से काम नहीं चलता, उन्हें जाँचने के लिए विभिन्न प्रयोगों, विश्लेषणों, तर्कों और आधारों की आवश्यकता होती है। चूंकि डेमोक्रिटस के पास कोई आधार नहीं था, इसलिए उनका परमाणुवाद प्रचलित नहीं हो पाया। ईसा से 306 वर्ष पूर्व एथेंस में इपिक्यूरस (Epicurus) ने अपनी किताब में लिखा कि हमारे आस–पास जो भी चीजें हैं, वे परमाणुओं से बनी हैं। ल्यूक्रेसियस (Lucretius) ने भी ''चीजों की प्रकृति'' (Nature of Things) नामक कविता में परमाणु संबंधी बात की थी। इस मत को अठारहवीं शताब्दी में रसायनशास्त्र की नई तकनीक के विकास के कारण बल मिला।

आपने पढ़ा है कि किसी रासायनिक अभिक्रिया में पदार्थ का द्रव्यमान संरक्षित रहता है। वर्ष 1799 में प्राऊस्ट का स्थिर अनुपात का नियम (law of constant proportions) आया, जिसके अनुसार प्रत्येक रासायनिक यौगिक तत्वों से मिलकर बना होता है। रासायनिक यौगिकों में भारानुसार तत्वों का अनुपात सदैव निश्चित होता है। इस नियम को कई वैज्ञानिकों ने प्रयोग करके देखा एवं विभिन्न यौगिकों के बनने को समझा और परखा। इन नियमों की व्याख्या करने के लिए किए गए मिले–जुले प्रयासों ने परमाणु को समझने में बड़ी मदद की।

ब्रिटेन के एक स्कूल अध्यापक और वैज्ञानिक जॉन डाल्टन (John Dalton) ने यह बताया कि ये सारे प्रायोगिक नियम सही क्यों हैं और इन नियमों की व्याख्या करने के लिए उन्होंने परमाणु सिद्धांत दिया। डाल्टन ने अपने प्रयास को 1808 में किताब (A New System of Chemical Philosophy)) के रूप में प्रकाशित किया। डाल्टन के सिद्धांत की विवेचना निम्नलिखित प्रकार से कर सकते हैं–

1. सभी पदार्थ परमाणुओं से बने होते हैं।
2. परमाणु अविभाज्य, सूक्ष्मतम कण होते हैं जो रासायनिक अभिक्रिया में न तो बनते हैं और न ही उनका विनाश होता है।
3. किसी एक तत्व के परमाणुओं का द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं।
4. अलग–अलग तत्वों के परमाणुओं का द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म अलग–अलग होते हैं।
5. अलग–अलग तत्वों के परमाणु परस्पर छोटी पूर्ण संख्या के अनुपात में संयोग करके यौगिक बनाते हैं।
6. किसी भी यौगिक में परमाणुओं की सापेक्ष संख्या एवं प्रकार निश्चित होते हैं।

डाल्टन का गुणित अनुपात नियम


जॉन डाल्टन

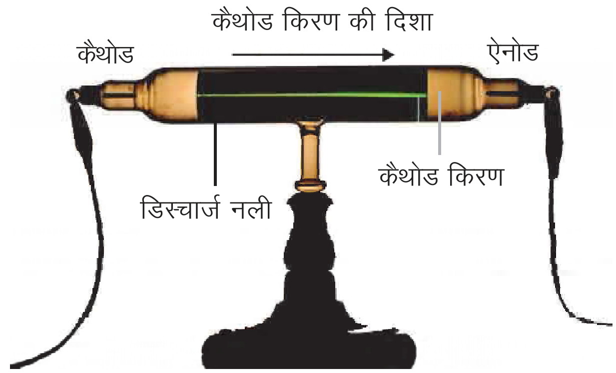
डाल्टन ने देखा कि 3 ग्राम कार्बन, 4 ग्राम ऑक्सीजन के साथ संयोग करके कार्बन मोनोऑक्साइड बनाता है और 3 ग्राम कार्बन, 8 ग्राम ऑक्सीजन के साथ संयोग करके कार्बन डाइऑक्साइड भी बनाता है। 8 ग्राम ऑक्सीजन, 4 ग्राम ऑक्सीजन का दुगुना है। इस तरह जब भी डाल्टन ने तत्वों के संयोग को विभिन्न अनुपातों में देखा तो पाया कि इनमें एक सरल गुणित अनुपात दिखता है अर्थात् हर बार परमाणु अविभाज्य है। इसे उन्होंने बाद में गुणित अनुपात नियम के रूप में प्रकाशित किया। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि जब दो तत्व संयोजित होकर एक से अधिक यौगिक बनाते हैं तब एक तत्व के साथ दूसरे तत्व के संयुक्त होने वाले द्रव्यमान छोटे पूर्णांकों के अनुपात में होते हैं। उपर्युक्त उदाहरण में स्पष्ट है कि कार्बन, ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होकर दो प्रकार के यौगिक कार्बन मोनोऑक्साइड और कार्बन डाइऑक्साइड बनाता है और यहाँ ऑक्सीजन के द्रव्यमान (4 ग्राम और 8 ग्राम) जो कार्बन के निश्चित द्रव्यमान (3 ग्राम) के साथ संयुक्त होते हैं एक सरल अनुपात 4:8 या 1:2 में होते हैं।

3.2 क्या परमाणु अविभाज्य है? (Is atom indivisible ?)

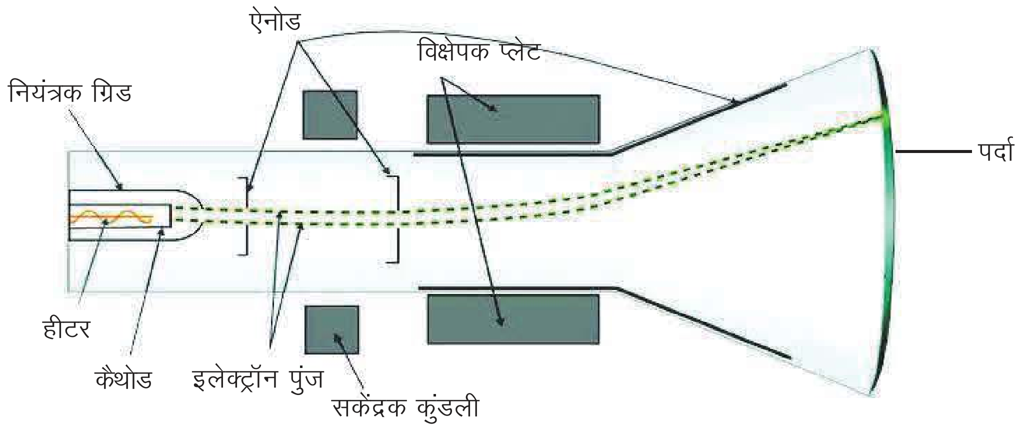
एक प्रकार से अविभाज्य परमाणु के विचार के साथ रसायनशास्त्री, सारे नियमों और सिद्धांतों की व्याख्या कर पा रहे थे और अभिक्रियाओं को समझ रहे थे। लेकिन यह मान्यता ज्यादा दिन तक नहीं रह पाई, क्योंकि पदार्थ की प्रकृति को समझने के लिए और भी कई प्रयास किए जा रहे थे, जो परमाणुवाद को नई दिशा की ओर ले गए।

एक तरफ जहाँ परमाणु को लेकर अलग–अलग अनुमान लगाए जा रहे थे, वहीं दूसरी तरफ गैसों की चालकता पर भी विभिन्न प्रयोग किए जा रहे थे। इसी क्रम में ब्रिटिश भौतिकशास्त्री जे.जे. थॉमसन (J.J.Thomson) और एक जर्मन वैज्ञानिक गोल्डस्टीन (Goldstein) का योगदान सराहनीय है। यह देखा गया कि जब कम दाब पर गैस से भरी नली में उच्च विभवान्तर पर विद्युत प्रवाहित की जाती है तो कैथोड (ऋणावेशित इलेक्ट्रोड) से एक चमकीली किरण निकलती है, जिसे गोल्डस्टीन ने कैथोड किरण कहा (चित्र क्रमांक–2)।

बाद में इस प्रयोग को कई बार अलग–अलग स्थितियों में किया गया। शुस्टर (Schuster) नाम के वैज्ञानिक ने कैथोड किरण के मार्ग के दोनों ओर एक–एक धात्विक प्लेट कैथोड तथा ऐनोड लगाई और उन दोनों के बीच विभवांतर उत्पन्न किया। उन्होंने देखा कि जब कैथोड किरणें इन प्लेटों के बीच से गुजरती हैं तब वे धनात्मक प्लेट अर्थात् ऐनोड (धनावेशित इलेक्ट्रोड) की ओर मुड़ जाती हैं (चित्र क्रमांक–3)। इस तरह यह निश्चित हो गया कि कैथोड किरण ऋणावेशित कणों से बनी होती है।



चित्र क्रमांक–2 : कैथोड किरण



चित्र क्रमांक–3 : कैथोड किरणों का ऐनोड की ओर मुड़ना

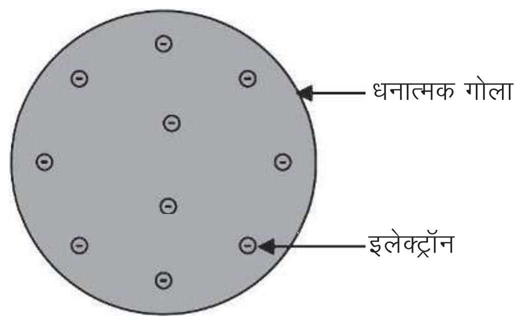
आगे जाकर थॉमसन ने इन ऋणावेशित कणों के द्रव्यमान और आवेश दोनों की गणना की और देखा कि कैथोड चाहे किसी भी पदार्थ का बना हो उससे निकलने वाली कैथोड किरण के कणों की प्रकृति एक जैसी ही रहती है। उन्होंने इस कण को इलेक्ट्रॉन कहा जिस पर ऋणावेश होता है। इलेक्ट्रॉन प्रत्येक तत्त्व के परमाणु का एक अवपरमाणुक कण है। इस तरह लंबे समय से चली आ रही मान्यता ''परमाणु अविभाज्य है'' को थॉमसन ने चुनौती दी। जे.जे. थॉमसन को इलेक्ट्रॉन की खोज के लिए भौतिकशास्त्र में सन् 1906 में नोबल पुरस्कार मिला।

3.3 गोल्डस्टीन और केनाल किरण (Goldstein and canal rays)

जहाँ एक ओर कैथोड किरण की खोज हुई, वहीं 1886 में गोल्डस्टीन ने धनावेशित किरणों की खोज की जिन्हें उन्होंने ऐनोड या केनाल किरण कहा। गोल्डस्टीन के प्रयोग आधारित अवलोकन से यह स्पष्ट हुआ कि ये केनाल किरणें धनावेशित कणों से बनी होती हैं और उनकी प्रकृति ट्यूब में भरी गैस पर निर्भर करती है। उन्होंने यह देखा कि प्राप्त ऐनोड किरण का आवेश और द्रव्यमान अलग–अलग था। इससे उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि यह किरण ट्यूब में भरी गैस के आयनीकरण से उत्पन्न हो रही थी। इस तरह केनाल किरण की खोज से परमाणु की उदासीन प्रकृति की व्याख्या हुई अर्थात् परमाणु में धनावेशित और ऋणावेशित भाग होते हैं।

3.4 थॉमसन का परमाणु मॉडल (Thomson's atomic model)

जे.जे. थॉमसन के प्लम पुडिंग मॉडल के अनुसार परमाणु में धन आवेश का बादल–सा रहता है और ऋण आवेशित कण इस बादल में यहाँ–वहाँ धँसे होते हैं। इस परमाणु संरचना मॉडल को तरबूज के उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है जिसमें तरबूज का पूरा लाल हिस्सा धनावेश का फैलाव है और काले बीज ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन हैं (चित्र क्रमांक–4)। परमाणु में ऋणात्मक और धनात्मक आवेश परिमाण में समान होते हैं इसलिए परमाणु वैद्युत रूप से उदासीन होता है।

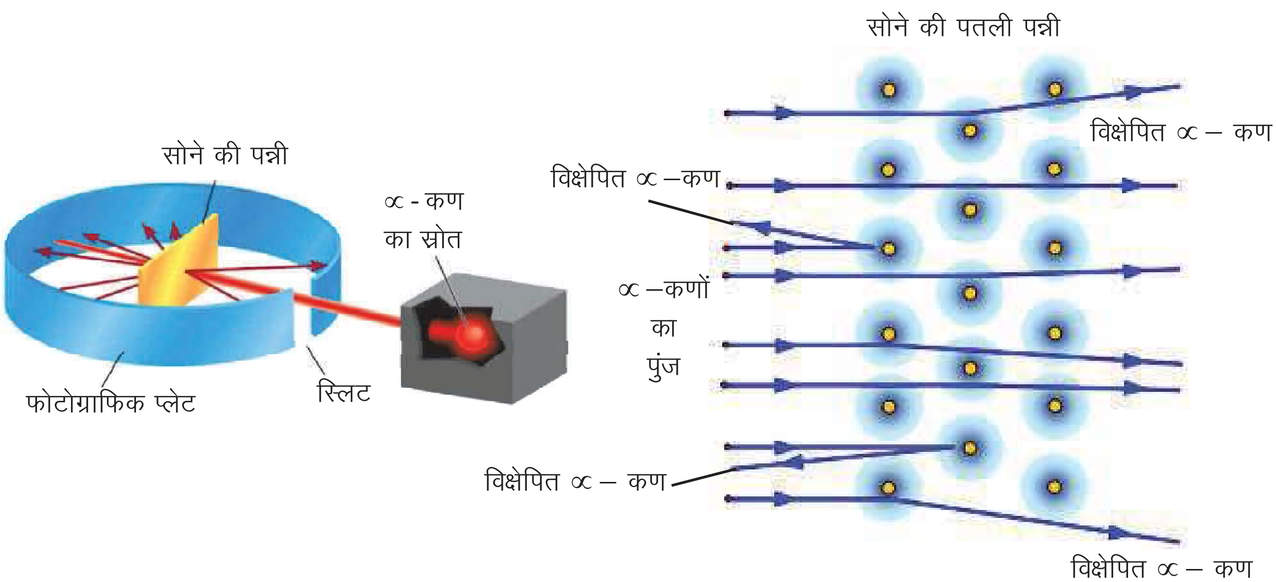


चित्र क्रमांक–4
थॉमसन का परमाणु मॉडल

परमाणुवाद सन् 1908 से 1913 के बीच नए–नए प्रयोगों और विभिन्न तर्कों के आधार पर बदलता गया। आइए, देखते हैं कि ये प्रयास कौन–कौन से थे।

3.5 अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग और रदरफोर्ड का परमाणुवाद

ई. रदरफोर्ड (E. Rutherford) और उनके विद्यार्थियों गीगर (Geiger) और मार्सडेन (Marsden) ने परमाणु को समझने के लिए एक प्रयोग किया जिसमें उन्होंने सोने के अत्यंत महीन पन्नी पर उच्च ऊर्जा वाले अल्फा कणों की तेज बौछार की (चित्र क्रमांक 5 क और ख)। अल्फा कणों का द्रव्यमान हीलियम परमाणु के बराबर होता है और वे धनावेशित होते हैं।



(क) रदरफोर्ड का प्रकीर्णन प्रयोग (ख) स्वर्ण पत्र का व्यवस्थात्मक चित्र

चित्र क्रमांक–5 : रदरफोर्ड के प्रकीर्णन प्रयोग का रेखांकित चित्र

थॉमसन के परमाणु मॉडल के अनुसार सोने (स्वर्ण) के प्रत्येक परमाणु का द्रव्यमान समान रूप से वितरित होता है। इसलिए उन्हें अपेक्षा थी कि अल्फा कण थोड़े विचलित होकर निकल जाएँगे, पर ऐसा नहीं हुआ। उन्होंने अवलोकन के दौरान यह देखा कि–

1. अधिकांश अल्फा कण स्वर्णपत्तर के आर–पार सीधे निकल जाते हैं जिससे पता चलता है कि परमाणु में अधिकतर स्थान खाली है।
2. बहुत कम कण अपने मार्ग से विक्षेपित होते हैं जिससे यह ज्ञात होता है कि परमाणु में धनावेशित भाग बहुत कम जगह घेरता है।
3. लगभग 20,000 कणों में से एक कण सोने के अत्यंत महीन पत्तर से टकराकर उसी दिशा में लौट गया जिस दिशा से वह निकला था। यदि अल्फा कण टकराकर वापस आ रहा है तो इसका तात्पर्य है कि वहाँ पर द्रव्यमान वाला भाग काफी संकुचित है न कि फैला हुआ अर्थात् परमाणु का द्रव्यमान वाला भाग परमाणु के बहुत ही कम आयतन में सीमित है।

इस तरह रदरफोर्ड ने यह विचार रखा कि परमाणु में धनावेश तथा द्रव्यमान एक बहुत ही छोटे आयतन में होता है जिसे उन्होंने नाभिक कहा और उसके चारों तरफ इलेक्ट्रॉन परिक्रमा करते हैं तथा प्रत्येक इलेक्ट्रॉन का परिक्रमा पथ अलग होता है। इस तरह रदरफोर्ड ने प्रयोग के आधार पर परमाणु का नाभिकीय मॉडल दिया लेकिन इलेक्ट्रॉन कैसे वितरित होते हैं, यह डेनमार्क के एक भौतिक शास्त्री नील्स बोर ने बताया।

न्यूजीलैंड के ई.रदरफोर्ड (1871–1937), जिन्हें नाभिकीय रसायन के जनक के रूप में भी जाना जाता है, उन्हें परमाणु के नाभिक की खोज के लिए 1908 में नोबल पुरस्कार दिया गया। अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग जिसमें उन्होंने सोने के अत्यंत महीन पत्तर (लगभग 100 नैनोमीटर पतली) पर आवेशित अल्फा कणों की तेज बौछार की और इस प्रयोग से उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि नाभिक की त्रिज्या परमाणु की त्रिज्या से 10^5 गुना छोटी है।

रदरफोर्ड

प्रश्न

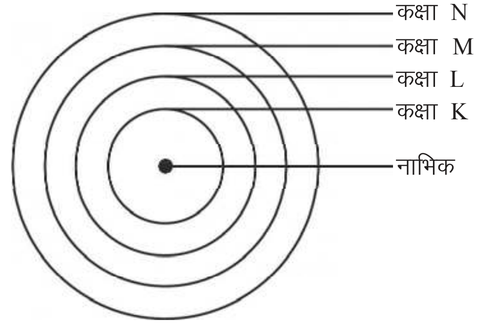
1. क्या अल्फा कणों का प्रकीर्णन प्रयोग स्वर्णपत्र के अतिरिक्त रजत पत्तर (चाँदी) या ऐसे ही अन्य तत्वों के पत्तर से संभव होगा? तर्क सहित उत्तर दीजिए।
2. थॉमसन ने परमाणु के अविभाज्य होने की परिकल्पना को किन आधारों पर चुनौती दी?

3.6 विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन कैसे वितरित होते हैं?

रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तुत परमाणु के नाभिकीय मॉडल ने परमाणु में एक छोटे से नाभिक और उसके चारों ओर घूमने वाले इलेक्ट्रॉन के बारे में बताया। पर इस मॉडल से यह स्पष्ट नहीं होता है कि ये इलेक्ट्रॉन परमाणु में किस तरह से वितरित हैं। इलेक्ट्रॉन में ऋणावेश होता है, तब क्या समान आवेश वाले इलेक्ट्रॉन एक–दूसरे को प्रतिकर्षित करते होंगे या आपस में टकरा जाते होंगे? आखिर परमाणु के अंदर कैसी व्यवस्था है, जो इन अवपरमाणुक कणों को व्यवस्थित करके रखती है? नील्स बोर (Niels Bohr) ने अपने सहयोगी बरी (Bury) के साथ मिलकर प्रश्नों

से जूझते हुए इन इलेक्ट्रॉनों के वितरण को स्पष्ट किया। जिसे बोर–बरी योजना के नाम से जाना जाता है। बोर–बरी योजना (Bohr-Bury scheme) के अनुसार इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर उपस्थित कक्षा में चक्कर लगाते हैं और इन कक्षाओं को K, L, M, N..... इत्यादि के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

नाभिक के सबसे समीप वाली पहली कक्षा या कक्ष या कोश को K कहते हैं दूसरी कक्षा को L कहते हैं और इसी तरह अगली कक्षाओं को क्रमशः M, N से प्रदर्शित किया जाता है (चित्र क्रमांक–6)।



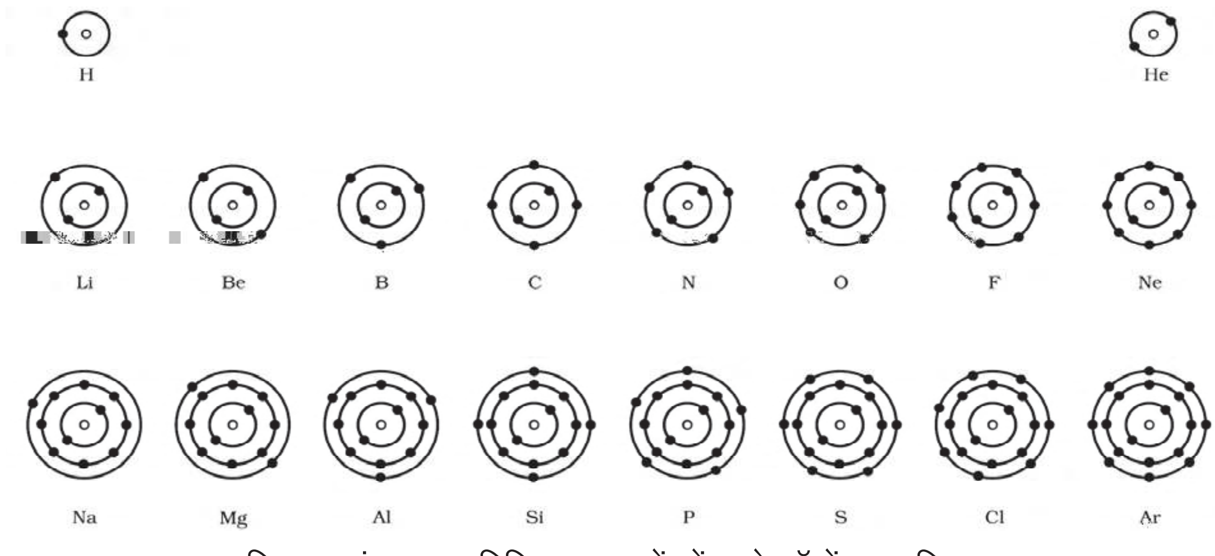
चित्र क्रमांक–6 : परमाणु की कक्षाएँ

3.7 बोर–बरी योजना और इलेक्ट्रॉनों का वितरण

TKJGR1

1. इस नियम के अनुसार किसी कक्षा में उपस्थित अधिकतम इलेक्ट्रॉनों की संख्या का सूत्र $2n^2$ होता है, जहाँ n कक्षा की संख्या है। K कक्षा के लिए $n = 1$ तथा L, M, N कक्षा के लिए क्रमशः 2, 3, 4 होता है। पहली कक्षा या K में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या $= 2 \times 1^2 = 2$ होगी और इसी तरह अन्य कक्षाओं के लिए इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना की जा सकती है। सबसे बाहरी कक्षा में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों को संयोजी इलेक्ट्रॉन कहते हैं और इस कक्षा को संयोजी कक्षा कहते हैं।
2. सबसे बाहरी कक्षा में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या 8 हो सकती है (अपवाद K कक्ष जब बाह्यतम कक्ष हो तब भी इसमें 2 ही इलेक्ट्रॉन होते हैं)।
3. किसी परमाणु की दी गयी कक्षा में इलेक्ट्रॉन तब तक स्थान नहीं लेते हैं, जब तक कि उससे पहले वाली भीतरी कक्षा पूर्ण रूप से भर नहीं जाती, इससे स्पष्ट होता है कि कक्षाएँ क्रमानुसार भरती हैं।
4. अंतिम से पहले कक्ष में कक्ष की क्षमता 8 से अधिक होने पर भी उसमें नौवां इलेक्ट्रॉन तब तक प्रवेश नहीं कर सकता जब तक कि अंतिम कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन न भर जाएँ उदाहरण– कैल्सियम का परमाणु क्रमांक 20 है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 8, 8, 2 है न कि 2, 8, 9, 1

बोर–बरी योजना के तहत प्रथम 18 तत्वों की परमाणु संरचना व्यवस्था इस प्रकार है (चित्र क्रमांक–7)।



चित्र क्रमांक–7 : विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉनों का वितरण

क्या आप इसी तरह ऐसे परमाणुओं की संरचना बना सकते हैं जिनमें 19 और 20 इलेक्ट्रॉन हों ?

सारणी क्रमांक–1 में कुछ प्रश्न वाचक चिह्न लगे हैं, उनमें सही उत्तर लिखिए।

सारणी क्रमांक–1: विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉनों का वितरण और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

तत्व	प्रतीक	इलेक्ट्रॉनों की संख्या	कक्षाओं में इलेक्ट्रॉनों का वितरण				इलेक्ट्रॉनिक विन्यास	संयोजी इलेक्ट्रॉन
			K	L	M	N		
हाइड्रोजन	H	1	1				1	1
लिथियम	Li	3	2	1			2,1	1
कार्बन	C	6	2	?			?	?
ऑक्सीजन	O	8	?	?			?	?
सोडियम	Na	11	2	?	1		2,8,1	?
ऐलुमिनियम	Al	13	2	8	?		?	?
फॉस्फोरस	P	15	2	8	?		?	?
क्लोरीन	Cl	17	?	?	?		?	?
ऑर्गान	Ar	18	2	8	8		?	?
पोटैशियम	K	19	2	8	8	?	?	1
कैल्सियम	Ca	20	?	?	?	2	?	?

3.8 परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या (Atomic number and mass number)

गोल्डस्टीन द्वारा 1886 में केनाल किरणों की खोज हुई, ये किरणें धनावेशित थीं। उनके द्वारा दूसरे अवपरमाणुक कण प्रोटॉन की खोज हुई। प्रोटॉन पर धन आवेश होता है। प्रोटॉन का आवेश इलेक्ट्रॉन के आवेश के बराबर किंतु विपरीत होता है। 1932 में जे.चैडविक (J.Chadwick) ने एक और अवपरमाणुक कण न्यूट्रॉन को खोज निकाला जिसका द्रव्यमान प्रोटॉन के बराबर था और उस पर कोई आवेश नहीं (अनावेशित) था। यह कण हाइड्रोजन को छोड़कर सभी परमाणुओं के नाभिक में पाया जाता है।

परमाणु के अवपरमाणुक कणों के अध्ययन के बाद यह निष्कर्ष निकलता है कि परमाणु में इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन होते हैं। प्रोटॉन और न्यूट्रॉन परमाणु के नाभिक में होते हैं और इलेक्ट्रॉन नाभिक के बाहर कक्षा में होते हैं। उदासीन परमाणु में प्रोटॉन की संख्या, इलेक्ट्रॉन की संख्या के बराबर होती है। परमाणु में उपस्थित कुल प्रोटॉन की संख्या को परमाणु संख्या कहते हैं इसे Z द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। इसी प्रकार व्यवहारिक रूप में परमाणु का द्रव्यमान परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के योग के आधार पर ज्ञात किया जाता है जिसे द्रव्यमान संख्या कहते हैं। द्रव्यमान संख्या को नापने की इकाई u (unified mass) है। नाभिक में उपस्थित अवपरमाणुक कण प्रोटॉन और न्यूट्रॉन को न्यूक्लियॉन भी कहते हैं।

सामान्यतः इलेक्ट्रॉन को e^-, प्रोटॉन को p^+ तथा न्यूट्रॉन को n द्वारा दर्शाया जाता है। किसी परमाणु को दर्शाने के लिए परमाणु संख्या, द्रव्यमान संख्या और तत्व का प्रतीक इस प्रकार लिखा जाता है।

द्रव्यमान संख्या

तत्व का प्रतीक

परमाणु संख्या

उदाहरण के लिए सोडियम की परमाणु संख्या 11 और द्रव्यमान संख्या 23 है। इसे इस प्रकार लिखते हैं $^{23}_{11}Na$ । लिथियम तथा कैल्सियम में न्यूट्रॉनों की संख्या क्रमशः 3 तथा 20 है, लिथियम और कैल्सियम की परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या को प्रतीकात्मक रूप में दर्शाइए।

नीचे दी गई सारणी क्रमांक 2 में कुछ तत्वों के परमाणुओं के प्रोटॉनों की संख्या और द्रव्यमान संख्या दी गई है। क्या आप उनके न्यूट्रॉनों की सही संख्या लिख सकते हैं?

सारणी क्रमांक–2 : परमाणु संख्या और द्रव्यमान संख्या

तत्व	प्रतीक	प्रोटॉनों की संख्या	द्रव्यमान संख्या	न्यूट्रॉनों की संख्या
हाइड्रोजन	H	1	1	
लिथियम	Li	3	6	
कार्बन	C	6	12	
ऑक्सीजन	O	8	16	
सोडियम	Na	11	23	
ऐलुमिनियम	Al	13	27	
फॉस्फोरस	P	15	31	
क्लोरीन	Cl	17	35	
ऑर्गान	Ar	18	40	
पोटैशियम	K	19	39	
कैल्सियम	Ca	20	40	

हम जानते हैं कि परमाणु का नाभिक परमाणु से 10^5 गुना छोटा होता है। हम यह भी जानते हैं कि नाभिक में प्रोटॉन और न्यूट्रॉन होते हैं। सोडियम परमाणु का आकार 1.86×10^{-10} मीटर होता है। क्या आप बता सकते हैं कि–

(i) इसका नाभिक कितना बड़ा होगा?

(ii) इस अनुपात को ध्यान में रखते हुए सोडियम के परमाणु को चित्र के रूप में किस प्रकार दर्शाएंगे?

क्या आप परमाणु का चित्रात्मक निरूपण कर सके?

3.9 समस्थानिक, परमाणु भार और समभारिक (Isotopes, Atomic weight and Isobars)

कार्बन तत्व के बारे में यह देखा गया है कि कार्बन के कुछ परमाणुओं की द्रव्यमान संख्या 12 और कुछ की 14 है। ऐसा कैसे होता है? वास्तव में कार्बन–12 और कार्बन–14 में न्यूट्रॉनों की संख्या अलग–अलग होती है। जहाँ कार्बन–12 में 6 न्यूट्रॉन होते हैं वहीं कार्बन–14 में 8 न्यूट्रॉन होते हैं।

TKTCSN

प्रकृति में ऐसे कई तत्व पाए जाते हैं जिनके परमाणुओं की परमाणु संख्या तो समान किंतु द्रव्यमान संख्या भिन्न–भिन्न होती है, तत्वों के ऐसे परमाणु एक दूसरे के समस्थानिक (isotope) कहलाते हैं जैसे क्लोरीन–35 और क्लोरीन–37। इस तरह हम यह कह सकते हैं कि क्लोरीन परमाणु के दो समस्थानिक होते हैं। समस्थानिकों के हमारे जीवन में कई उपयोग हैं जैसे कैंसर के उपचार में कोबाल्ट के समस्थानिक, घेंघा रोग के निदान के लिए आयोडीन के समस्थानिक और परमाणु भट्टी में ईंधन के रूप में यूरेनियम के समस्थानिक का उपयोग किया जाता है।

सापेक्षिक परमाणु भार (Relative atomic weight)

परमाणु भार रसायन शास्त्र की एक मूलभूत अवधारणा है। परमाणु भार पदार्थ के स्थूल भार और उसमें पदार्थ के कितने परमाणु हैं उनके बीच संबंध स्थापित करने का एक तरीका है। डाल्टन जानते थे कि एक परमाणु को तौल पाना संभव नहीं था, इसलिए उन्होंने सापेक्षिक परमाणु भार की ओर ध्यान दिया।

चूंकि तब ज्ञात तत्वों के परमाणुओं में सबसे हल्का परमाणु हाइड्रोजन था इसलिए उन्होंने हाइड्रोजन परमाणु के भार को एक इकाई माना और उसके आधार पर दूसरे तत्वों के परमाणु भार की गणना की इसलिए इसे सापेक्षिक परमाणु भार कहते हैं। यह भी देखा गया कि हाइड्रोजन की अपेक्षा ऑक्सीजन की क्रिया ज्यादा तत्वों के साथ होती है इसलिए ऑक्सीजन को मानक बनाया गया। आजकल कार्बन–12 के एक परमाणु भार के सापेक्ष सभी तत्वों के परमाणु भार को ज्ञात किया जाता है।

किसी एक तत्व के विभिन्न समस्थानिकों का प्रकृति में पाया जाना यह समझने में सहायता करता है कि अधिकांश तत्वों के परमाणु भार पूर्णांक में क्यों नहीं होते हैं। इसे एक उदाहरण द्वारा समझा जा सकता है। प्रकृति में क्लोरीन दो समस्थानिक रूपों, क्लोरीन–35 तथा क्लोरीन–37 में पाया जाता है। प्रकृति में ये समस्थानिक 3:1 अर्थात् 75% तथा 25% होते हैं। इस स्थिति में हम औसत परमाणु भार की गणना इस तरह से करते हैं–

$$\left(\frac{75\times35}{100}\right)+\left(\frac{25\times37}{100}\right)=35.5$$

इस तरह क्लोरीन का परमाणु भार 35.5 u होता है।

सारणी क्रमांक–3 : तत्वों के परमाणु भार

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
1.008	4.003	6.941	9.012	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca
22.99	24.31	26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95	39.10	40.02

यदि हम कार्बन–14 (कार्बन का समस्थानिक) और नाइट्रोजन–14 को देखें तो इनकी द्रव्यमान संख्या तो 14 है, किंतु परमाणु संख्या क्रमशः 6 और 7 है। भिन्न–भिन्न परमाणु संख्या वाले ऐसे तत्व, जिनकी द्रव्यमान संख्या समान होती है एक दूसरे के समभारिक (isobar) कहलाते हैं।

प्रश्न

1. यदि किसी परमाणु की परमाणु संख्या 15 और द्रव्यमान संख्या 31 है तब उसमें उपस्थित अवपरमाणुक कणों की संख्या क्या होगी?
2. यदि किसी परमाणु की K और L कक्षा भरी हुई है तथा M कक्षा में केवल 2 इलेक्ट्रॉन हैं तो उस परमाणु की परमाणु संख्या क्या होगी?
3. बोर–बरी योजना के अनुसार निम्नलिखित परमाणुओं का इलेक्ट्रॉनिक वितरण लिखिएः ${}^{23}_{11}Na$, ${}^{12}_{6}C$, ${}^{35}_{17}Cl$

अब हम जान चुके हैं कि परमाणु के केंद्र में एक छोटा–सा नाभिक होता है, जिसका भार पूरे परमाणु के भार का अधिकतम भाग होता है। नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉन होते हैं। परमाणु के अवलोकन के प्रयास दुनिया भर में किए जा रहे हैं, आप भी किताबों, इंटरनेट, पत्र–पत्रिकाओं और कई दृश्य–श्रव्य साधनों के माध्यम से परमाणु संबंधी अपने प्रश्नों को हल करने की दिशा में प्रयास करें।

मुख्य शब्द (Keywords)

कक्ष, कोश, कक्षा (orbit or shell), परमाणु संख्या (atomic number), परमाणु भार (atomic weight), समस्थानिक (isotope), समभारिक (isobar), कैथोड (cathode), ऐनोड (anode), केनाल किरण (canal ray), अवपरमाणुक (sub-atomic), न्यूक्लियॉन (nucleon), इलेक्ट्रॉन (electron), प्रोटॉन (proton), न्यूट्रॉन (neutron), सापेक्षिक परमाणु भार (relative atomic weight), द्रव्यमान संख्या (mass number), नाभिक (nucleus), गुणित अनुपात का नियम (law of multiple proportions)

हमने सीखा

- परमाणु की प्रारंभिक संकल्पना में परमाणु को अविभाज्य माना जाता था।
- परमाणु के भार और आकार की व्याख्या करने वाले डाल्टन पहले वैज्ञानिक थे, उन्होंने गुणित अनुपात की बात करते हुए यह बताया कि परमाणु रासायनिक क्रिया के आरंभ में जितने होते हैं उतने ही अंत में भी होते हैं (अर्थात् परमाणु नष्ट नहीं होते)।
- जे.जे.थॉमसन के अनुसार परमाणु में धन आवेश का बादल रहता है और ऋण आवेशित कण इस बादल में यहाँ–वहाँ धँसे रहते हैं।
- परमाणु में नाभिक की खोज रदरफोर्ड के अल्फा कणों के प्रकीर्णन प्रयोग द्वारा हुई।
- रदरफोर्ड ने अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग से यह निष्कर्ष निकाला कि परमाणु के अंदर बहुत ही छोटा नाभिक होता है और इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर घूमते हैं।

- बोर के अनुसार परमाणु में कक्षाएँ होती हैं, जिनमें इलेक्ट्रॉन चक्कर लगाते हैं। परमाणु की कक्षाओं को क्रमशः K, L, M, N...... के द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।
- परमाणु की सबसे बाहरी कक्षा में अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं (हाइड्रोजन व हीलियम को छोड़कर)। परमाणु की अंतिम कक्षा में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों को संयोजी इलेक्ट्रॉन कहते हैं।
- परमाणु में उपस्थित कुल प्रोटॉनों की संख्या को परमाणु संख्या कहते हैं।
- परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के योग को द्रव्यमान संख्या कहते हैं।
- उदासीन परमाणु में प्रोट्रॉन तथा इलेक्ट्रॉन की संख्या बराबर होती है।
- अलग–अलग तत्वों के परमाणु जिनकी परमाणु संख्या भिन्न–भिन्न किंतु द्रव्यमान संख्या समान हो, एक दूसरे के समभारिक कहलाते हैं।
- ऐसे तत्वों के परमाणु, जिनकी परमाणु संख्या समान किंतु द्रव्यमान संख्या भिन्न हो, एक दूसरे के समस्थानिक कहलाते हैं।
- प्रकृति में किसी तत्व के कितने स्वतंत्र समस्थानिक किस अनुपात (प्रतिशत) में पाए जाते हैं इस पर औसत परमाणु भार का निर्धारण निर्भर करता है।

TL38UB

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

   (i) एक तत्व के समस्थानिकों में अलग होता है–

   (अ) इलेक्ट्रॉन (ब) प्रोटॉन
   (स) न्यूट्रॉन (द) इलेक्ट्रॉन और न्यूट्रॉन दोनों

   (ii) नीचे दिए गए परमाणुवादों में से पहली बार किसने इलेक्ट्रॉन को शामिल किया?

   (अ) डाल्टन (ब) थॉमसन
   (स) रदरफोर्ड (द) बोर

   (iii) $^{39}_{19}K$ के लिए निम्नलिखित में से कौन सा कथन सत्य है–

   (अ) इस परमाणु के पास 39 इलेक्ट्रॉन हैं।
   (ब) इस परमाणु के पास 39 प्रोटॉन हैं।
   (स) इस परमाणु के पास 19 इलेक्ट्रॉन हैं।
   (द) इनमें से कोई नहीं।

2. सही विकल्प चुनकर, रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

   (i) किसी तत्व के सारे परमाणु.................................होते हैं। (समान, अलग–अलग)

(ii) एक उदासीन परमाणु में..................................की संख्या प्रोटॉन की संख्या के बराबर होती है। (इलेक्ट्रॉन, न्यूट्रॉन)

(iii) $^{14}_{6}C$ और $^{14}_{7}N$ एक दूसरे के............................ हैं। (समस्थानिक, समभारिक)

3. थॉमसन द्वारा प्रस्तावित परमाणु, डाल्टन के परमाणु से अलग कैसे हैं?

4. $^{16}_{8}O$ और $^{16}_{7}N$ एक दूसरे के समभारिक हैं। इस उदाहरण द्वारा समभारिक को समझाइए।

5. ब्रोमीन–79 और ब्रोमीन–81 प्रकृति में क्रमशः 50.69 प्रतिशत और 49.31 प्रतिशत पाए जाते हैं। ब्रोमीन का औसत परमाणु भार क्या होगा?

6. $^{16}_{8}O$ और $^{14}_{7}N$ में संयोजी इलेक्ट्रॉन ज्ञात कीजिए।

7. बोर के परमाणु मॉडल की व्याख्या कीजिए।

8. प्रकृति में ऑक्सीजन–16 के अतिरिक्त ऑक्सीजन–17 व ऑक्सीजन–18 भी पाए जाते हैं। ये परमाणु एक दूसरे के समस्थानिक हैं या समभारिक? समझाइए।

9. डाल्टन के परमाणुवाद की विवेचना कीजिए। इस सिद्धान्त की सीमाएँ क्या हैं?

10. रदरफोर्ड का अल्फा कण प्रकीर्णन प्रयोग क्या था? इस आधार पर उन्होंने परमाणु संरचना के संबंध में क्या निष्कर्ष निकाले?

11. बोर–बरी योजना के अनुसार इलेक्ट्रॉन के वितरण के लिए प्रस्तावित नियम लिखते हुए निम्नलिखित परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास और न्यूट्रॉनों की संख्या लिखिएः $^{19}_{9}F$, $^{24}_{12}Mg$, $^{28}_{14}Si$, $^{31}_{15}P$, $^{35}_{17}Cl$

अध्याय–4

गति

(Motion)

गति शब्द से आप परिचित हैं। गति के कई उदाहरण हमारे दैनिक जीवन में मिलते हैं– जैसे चलना, दौड़ना, वाहनों का चलना, फल का पेड़ से गिरना, पक्षियों का उड़ना इत्यादि (चित्र–1)।

चित्र क्रमांक–1 गति के उदाहरण

यह तो हम जानते हैं कि हर पल हमारे आस–पास विभिन्न वस्तुएँ गति में हैं और हम स्वयं भी सदैव स्थिर नहीं रहते। गति अनेक क्रियाओं और परिवर्तनों का आधार है और इसके अध्ययन एवं विश्लेषण से अनेक बुनियादी सवालों का जवाब मिला है। उदाहरण के लिए ऋतु परिवर्तन समझने के लिए हमें सूर्य के चारों ओर पृथ्वी कैसे गति करती है जानना जरूरी है। एक स्थान से दूसरे स्थान तक पहुँचने में किसी वाहन को कितना समय लगता है यह भी गति की समझ दर्शाता है।

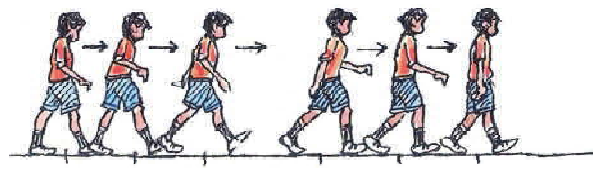
हम प्रायः यह कहते हैं कि कोई वस्तु गति में तभी है जब समय के साथ उसकी स्थिति में परिवर्तन होता है। पर क्या यह संभव है कि किसी व्यक्ति के लिए एक वस्तु गतिशील हो जबकि दूसरे के लिए वह स्थिर हो? जैसे यदि आप ट्रेन में बैठे हों तो आपको लगेगा कि अन्य बैठे यात्री स्थिर हैं और आप भी स्थिर हैं किन्तु ट्रेन के बाहर खड़े व्यक्ति के लिए ट्रेन और आप दोनों गति में हैं।

यदि आप सड़क के किनारे खड़े हैं तो आस–पास के पेड़ स्थिर दिखते हैं पर यात्रा करते समय चलती बस से वे गतिशील प्रतीत होते हैं। वस्तु गति में है या स्थिर, इस पर निर्भर करता है कि अवलोकन कौन व कहाँ से कर रहा है। इस आधार पर हम कह सकते हैं कि कोई वस्तु गतिशील तब है जब किसी अवलोकन बिंदु के सापेक्ष उसकी स्थिति में समय के साथ नियमित परिवर्तन होता है। किसी भी स्थान को अवलोकन बिंदु माना जा सकता है। इसे निर्देश बिंदु कहते हैं।

दैनिक जीवन में जिन गतियों को हम देखते हैं, उनका अध्ययन आसान नहीं है। जब कोई व्यक्ति पैदल चलता है तो उसके पैरों की गति के साथ–साथ उसके विभिन्न अंग जैसे हाथ, सिर आदि भी गति करते हैं। जब कोई वाहन चलता है तो उसके अलग–अलग पुर्जे भिन्न–भिन्न गति में होते हैं जैसे– साइकिल चलाते समय आपके पैरों की गति, पैडल की गति, चेन की गति, पहियों की गति भिन्न–भिन्न होती है।

सामान्यतः वस्तु के अलग–अलग भाग, अलग–अलग दिशा में गतिशील होते हैं और वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी उसके आकार की तुलना में बहुत ज्यादा हो सकती है। इस स्थिति में वस्तु की रैखिक गति के अध्ययन के लिए हम दो सरलीकरण मानकर आगे बढ़ते हैं–

1. संपूर्ण वस्तु का प्रतिनिधि एक बिंदु को मान लिया जाता है और उस बिंदु की सरल रेखा में हो रही गति को ध्यान में रखा जाता है।
2. यह बिंदु हम ऐसा चुनते हैं जहाँ वस्तु का सम्पूर्ण द्रव्यमान केन्द्रित प्रतीत होता है।


चित्र क्रमांक–2

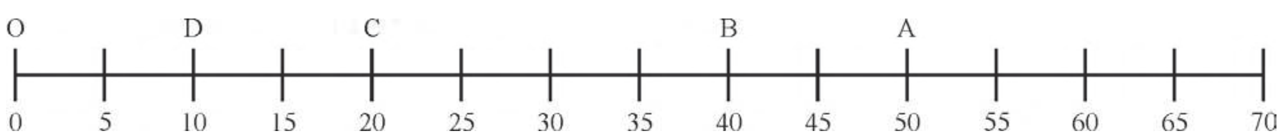
TLKZXL

एक सीधी रेल की पटरी पर ट्रेन की गति, ऊँचाई से गिराने पर पत्थर की गति सरल रैखिक गति के उदाहरण हैं। क्या आप इस सूची में और उदाहरण जोड़ सकते हैं?

4.1 गति का वर्णन (Description of motion)

आइए, अब हम गतिशील वस्तु के स्थिति में होने वाले परिवर्तन को देखें। एक वस्तु बिंदु O से गति प्रारंभ करती है, जिसे मूल बिंदु माना जा सकता है।

पहले वस्तु O से D, फिर D से C, फिर C से B की ओर फिर B से A तक पहुँचती है। O से A तक वस्तु द्वारा तय किए गए मार्ग की लम्बाई, OA = 50 km



फिर यह उसी पथ पर लौटती है और B से C की ओर से गुजरते हुए D तक पहुँचती है। वस्तु द्वारा तय किए गए मार्ग की लंबाई

= OA + AD

= 50 + 40 = 90 km

वस्तु द्वारा तय की गई मार्ग की कुल लंबाई, दूरी कहलाती है, जो यहाँ पर 90 km है। पर वस्तु की प्रारंभिक और अंतिम स्थिति में कितना अंतर है?

वस्तु की प्रारंभिक स्थिति = O

वस्तु की अंतिम स्थिति = D

वस्तु की अंतिम व प्रारंभिक स्थितियों का अंतर = 10 km

यहाँ वस्तु की अंतिम व प्रारंभिक स्थितियों का अंतर 10 km है। इस अंतर को विस्थापन कहते हैं। आइए, अब विस्थापन और तय की गई दूरी को थोड़ा और विस्तार से समझते हैं–

किसी वस्तु के द्वारा तय की गई दूरी को व्यक्त करने के लिए हमें केवल अंकीय मान की आवश्यकता होती है, दिशा की आवश्यकता नहीं होती है। ऐसी राशि अदिश राशि कहलाती है। राशि का अंकीय मान उसका परिमाण होता है।

किसी वस्तु के विस्थापन को व्यक्त करने के लिए हमें परिमाण के साथ–साथ उसके गति की दिशा की भी आवश्यकता होती है, ऐसी राशि सदिश राशि कहलाती है।

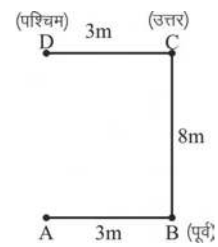
उपरोक्त उदाहरण में यदि वस्तु केवल O से A तक दूरी तय करे तो

O से A तक तय की गई दूरी = 50 km

O से A तक विस्थापन = 50 km

अतः विस्थापन व दूरी दोनों का परिमाण समान है। यदि वस्तु O से A तक जाए और पुनः O पर वापस आ जाए तो वस्तु द्वारा तय किए गए मार्ग की लंबाई = O A + A O = 50 km + 50 km = 100 km होगी। किन्तु विस्थापन शून्य है क्योंकि प्रारंभिक व अंतिम स्थिति संपाती हो जाती है। इस तरह विस्थापन शून्य भी हो सकता है, चाहे तय की गई दूरी शून्य ना भी हो। एक और उदाहरण द्वारा विस्थापन और दूरी को समझते हैं।

एक व्यक्ति पूर्व दिशा में 3 मीटर चलता है तत्पश्चात् 8 मीटर उत्तर दिशा में चलता है। वह पुनः 3 मीटर पश्चिम में चलता है (चित्र क्रमांक–3)।



चित्र क्रमांक–3

स्पष्ट है कि यहाँ तय की गई दूरी AB+BC+CD=3 m + 8 m + 3 m = 14 m है।

विस्थापन का परिमाण = AD = 8 m है और विस्थापन A के उत्तर दिशा में है।

4.1.1 चाल एवं वेग (Speed and Velocity)

क्रियाकलाप–1

दो बसों A व B की गति से संबंधित कुछ आंकड़े सारणी क्रमांक–1 में दिए गए हैं–

सारणी क्रमांक–1 : बस **A** व **B** द्वारा तय की गई दूरी

समय	बस **A** के द्वारा तय की गई दूरी (किलोमीटर में)	बस **B** के द्वारा तय की गई दूरी (किलोमीटर में)
9.00 am	10	10
9.15 am	20	18
9.30 am	30	25
9.45 am	40	30
10.00 am	50	40
10.15 am	60	52

इन आँकड़ों का अवलोकन करें। अवलोकन के पश्चात बताएँ कि–

- क्या दोनों बसों के लिए समय का अंतराल समान है?
- कौन सी बस, समान समय अंतराल में समान दूरी तय करती है?

उक्त सारणी क्रमांक–1 के अवलोकन से ज्ञात होता है कि A व B दोनों के लिए समय अंतराल समान है। बस A द्वारा समान समय अंतराल में समान दूरी 10 km तय की जा रही है। जबकि बस B द्वारा समान समय अंतराल में असमान दूरी तय की जा रही है।

किसी दी गई निश्चित दूरी को तय करने में (जैसे 30 किलोमीटर) बस A व बस B द्वारा लिया गया समय अलग–अलग है। बस A, 30 किलोमीटर दूरी 30 मिनट में तय करती है जबकि B यही दूरी 45 मिनट में। इसमें A तेज गति से चलती है और B धीमी गति से चलती है।

बस के गति की दर का पता लगाने के लिए बस द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी नापी जाती है। इस राशि को चाल कहते हैं और इसका मात्रक SI पद्धति में मीटर/सेकंड (m/s) है। बस की चाल का अन्य मात्रक किलोमीटर/घंटा (km/h) भी होता है।

बस की औसत चाल, बस के द्वारा तय की गई कुल दूरी और कुल समयांतराल का अनुपात होता है।

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

क्रियाकलाप (1) में बस A और बस B की चाल की गणना करें?

9:00 am से 9:15 am तक (अर्थात् ¼ घंटे में)

$$\text{बस A की औसत चाल} = \frac{10\ \text{km}}{\frac{1}{4}\ \text{h}}$$

$$= 10 \times 4\ \text{km/h}$$

$$= 40\ \text{km/h}$$

इसी प्रकार

$$\text{बस B की औसत चाल} = \frac{8\ \text{km}}{\frac{1}{4}\ \text{h}}$$

$$= 8 \times 4\ \text{km/h}$$

$$= 32\ \text{km/h}$$

सारणी क्रमांक–2

समय अंतराल	बस A		बस B	
	दूरी (km)	औसत चाल (km/h)	दूरी (km)	औसत चाल (km/h)
9:00-9:15 am	10	40	8	32
9:15-9:30 am	10	?	7	28
9:30-9:45 am	10	?	8	?
9:45-10:00 am	10	?	7	?
10:00-10:15 am	10	?	12	48

बस A की चाल नियत है, अतः यह समान गति कर रही है। जबकि बस B की चाल बदल रही है और वह असमान गति कर रही है। अपने दैनिक जीवन से एक समान गति और एक असमान गति (परिवर्ती गति) के उदाहरण ढूँढें।

आइए, चाल को एक उदाहरण द्वारा समझें।

उदाहरण–1 : यदि एक कार 2 घंटे में 60 किलोमीटर की दूरी तय करती है तो उसकी चाल कितनी होगी?

कुल दूरी = 60 km

समय = 2 h

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

$$= \frac{60}{2}$$

= 30 km/h है।

इसका अर्थ यह नहीं है कि कार पूरे समय 30 km/h की चाल से चली है। हो सकता है कि कुछ समय यह कार 30 km/h से अधिक चाल तथा कुछ समय यह 30 km/h से कम चाल से चली।

उदाहरण–2 : एक वस्तु A से B, 20 m की दूरी 10 s में तय करती है तथा B से A वापस आने में 6 s लेती है तो वस्तु की औसत चाल क्या होगी?

हल : वस्तु द्वारा तय की गई कुल दूरी = 20m + 20m = 40m

लिया गया कुल समय = 10 s + 6 s = 16 s

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

$$= \frac{40\text{m}}{16\text{s}} = 2.5 \text{ m/s}$$

वस्तु की औसत चाल 2.5 m/s होगी।

4.1.2 वेग (Velocity)

हम वस्तु की चाल के साथ–साथ उसकी दिशा को भी व्यक्त कर सकते हैं। वस्तु द्वारा एक निश्चित दिशा में इकाई समय में तय की गई दूरी को वेग कहते हैं। वस्तु का वेग वस्तु की चाल, गति की दिशा या दोनों में परिवर्तन के साथ परिवर्तित हो सकता है।

$$\text{वस्तु का वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समयांतराल}}$$

वेग सदिश राशि है जिसकी दिशा विस्थापन की दिशा में होती है। वेग और चाल का मात्रक समान होता है। औसत चाल और औसत वेग किसी वस्तु के दिए हुए अलग–अलग समयांतराल में अलग–अलग गति को दर्शाते हैं। यह वस्तु की क्षणिक चाल या वेग को व्यक्त नहीं करते।

उदाहरण–3 : एक कार शहर A से दूसरे शहर B तक 40 km/h की चाल से जाती है तथा वही कार 60 km/h की चाल से वापस आती है। कार की औसत चाल तथा वेग ज्ञात करें।

हल : माना कि शहर A से दूसरे शहर B तक की दूरी = x km है।

कार को A से B तक जाने में लगा समय $t_1 = \frac{x}{40}$

कार को B से A तक जाने में लगा समय $t_2 = \frac{x}{60}$

$$\left(\because \text{चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} \quad \text{अतः समय} = \frac{\text{दूरी}}{\text{चाल}}\right)$$

$$\text{कुल समय } t = t_1 + t_2 = \frac{x}{40} + \frac{x}{60}$$

$$= \frac{3x+2x}{120} = \frac{5x}{120}$$

कार द्वारा तय की गई कुल दूरी = x + x = 2 x

परन्तु कार का विस्थापन = x − x = 0

$$\text{औसत चाल} = \frac{\text{कुल तय की गई दूरी}}{\text{कुल समय}} = \frac{2x}{5x/120}$$

$$= \frac{2x \times 120}{5x} = \frac{240}{5} = 48 \text{ km/h}$$

$$\text{इस यात्रा में कार का वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समयांतराल}} = \frac{x - x}{5x/120}$$

$$= \frac{0}{5x/120} = \frac{0 \times 120}{5x} = 0$$

4.2 गतियों के ग्राफ (Graphs of motion)

अब तक हमने औसत चाल और वेग की बात की है। पर क्या हम किसी वस्तु की तात्क्षणिक चाल अथवा वेग पता कर सकते हैं? आइए, इसे ग्राफ द्वारा समझते हैं–

TLUVZ9

अपूर्वा के घर से विद्यालय तक की यात्रा के आँकड़े सारणी क्रमांक–3 में दिए गए हैं।

सारणी क्रमांक–3 : अपूर्वा के घर से विद्यालय तक की दूरी व समय

समय (मिनट)	2	4	6	8	10	12
दूरी (मीटर)	12	24	36	48	60	72

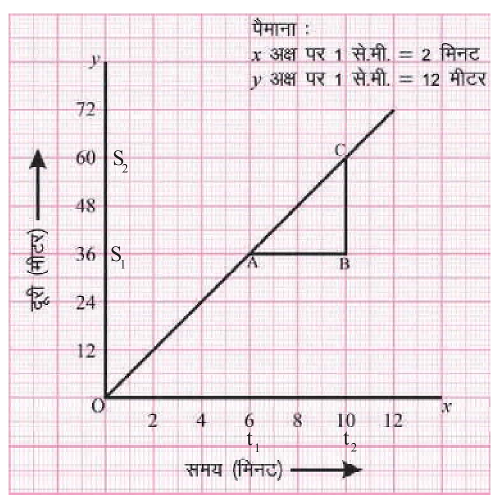
अपने ग्राफ कागज पर x अक्ष पर समय और y अक्ष पर दूरी रखें और उनके पैमाने तय करें। पैमाने को ग्राफ के ऊपर दाएं कोने पर लिख लें। अब इन आंकड़ों के अनुसार बिन्दु अंकित करें। इन सभी बिन्दुओं को जोड़ने वाली सरल रेखा स्केल (पैमाने) की सहायता से खींचें। (चित्र क्र. 4)

यह ग्राफ अपूर्वा के घर से स्कूल तक की यात्रा का ग्राफ है। याद रखें यह बनाया गया ग्राफ और इस अध्याय के आगे के सारे ग्राफ तय की गई दूरी व समय के ग्राफ हैं, न कि यात्रा के रास्ते के।

अब इस ग्राफ से बताएँ–

- अपूर्वा ने पहले दो मिनट में कितनी दूरी तय की?
- अपूर्वा ने दूसरे दो मिनट में कितनी दूरी तय की?
- अपूर्वा ने 10 से 12 मिनट में कितनी दूरी तय की?
- क्या ये सभी दूरियाँ बराबर हैं?

जब कोई वस्तु समान समयांतराल में समान दूरी तय करती है तो उसकी गति एक समान गति कहलाती है और ऐसी गति के लिए दूरी और समय का ग्राफ एक सरल रेखा में होता है।



ग्राफ चित्र क्रमांक–4 : एक समान गति का ग्राफ

घर से विद्यालय तक पहुँचने में अपूर्वा की चाल क्या थी? ग्राफ से यह कैसे ज्ञात होगी, समझते हैं–

ऐसा करने के लिए, दूरी–समय ग्राफ (चित्र–4) में एक बिंदु A लें। बिंदु A से *x* अक्ष के समानान्तर एक रेखा AB तथा बिंदु B से y अक्ष के समानांतर एक रेखा खींचें, जो बिंदु C पर मिलती है और इस प्रकार एक त्रिभुज ABC बनाती है। अब ग्राफ पर रेखा AB, समयांतराल $(t_2–t_1)$ को बताता है जबकि रेखा BC, दूरी $(s_2–s_1)$ को बताता है। हम ग्राफ से देख सकते हैं कि वस्तु A से B बिंदु तक जाने में $(t_2–t_1)$ समय में $(s_2–s_1)$ दूरी तय करती है। अतः वस्तु की चाल निम्न प्रकार से व्यक्त की जा सकती है :

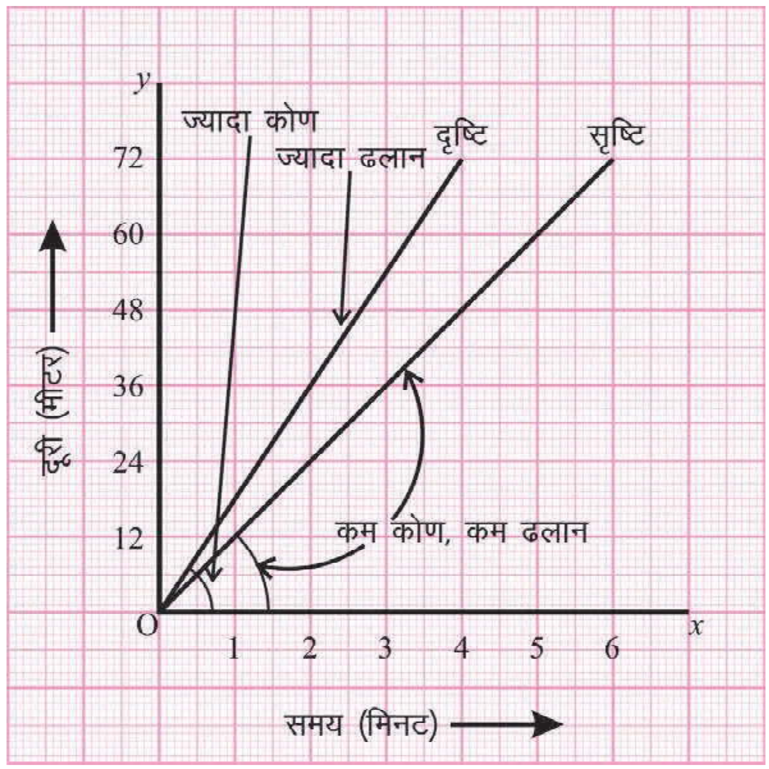
$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

यदि हमें किसी क्षण वस्तु की चाल क्या है, जानना हो तो हम उस बिंदु पर ग्राफ की ढाल नापकर यह पता कर सकते हैं।

4.2.1 अलग–अलग चाल वाली एक समान गति

दृष्टि और सृष्टि ने घर से विद्यालय तक दौड़ लगाई। दोनों एक समान गति से दौड़े लेकिन दोनों की चाल अलग–अलग थी। दोनों की गति को चित्र–5 में दिखाया गया है।

- क्या ग्राफ एक समान गति के हैं अथवा असमान गति के हैं?
- ग्राफ को देखकर अंक पढ़े बिना बताएँ कि दृष्टि और सृष्टि में किसकी चाल ज्यादा थी।
- ग्राफ की सहायता से सृष्टि और दृष्टि के चाल की गणना करें।
- दृष्टि और सृष्टि के चाल की तुलना करके बताएँ कि आपने जो बिना अंक पढ़े उत्तर निकाला है वह सही है या नहीं।



ग्राफ चित्र क्रमांक–5 : दृष्टि और सृष्टि का गति का ग्राफ

दो एक समान गति के ग्राफ में किसकी चाल ज्यादा है, यह हम उनकी रेखा के ढलान से पता कर सकते हैं। ढलान पता करने के लिए हम मूल बिंदु से बना सरल रेखा का कोण देखते हैं।

जिसका कोण कम होगा उस सरल रेखा की ढलान एवं उस व्यक्ति की चाल कम होगी। ग्राफ (चित्र–5) से देखकर बताएँ कि दृष्टि और सृष्टि में से किसकी गति के ग्राफ की ढलान अधिक है? क्या उसकी चाल भी अधिक है?

ध्यान रहे कि इस तरह से चालों की तुलना केवल उन ग्राफों को देखकर ही की जा सकती है जिसका पैमाना एक जैसा ही है। अलग–अलग पैमाने से बनाए गए ग्राफों की तुलना केवल देखकर नहीं की जा सकती।

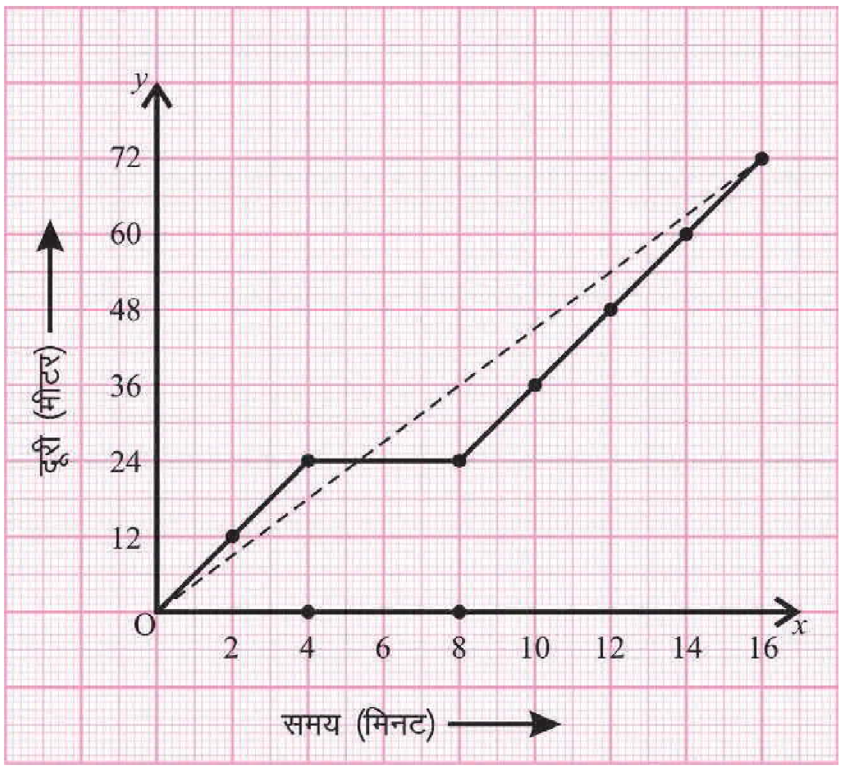
4.2.2. रुकने का ग्राफ (Graphs of halts)

मान लो कि विद्यालय के रास्ते में अपूर्वा को किसी कारण से 4 मिनट चलने के बाद 4 मिनट रुकना पड़ा, उसके बाद वह एक समान गति से चलकर विद्यालय पहुँच गई। उसके विद्यालय पहुँचने तक की गति का ग्राफ (चित्र–6) में दिखाया गया है।

जब अपूर्वा पहले चार मिनट के बाद रुकी तो वह 24 मीटर की दूरी तय कर चुकी थी। अब अगले 4 मिनट तक अपूर्वा रुकी रही है। इस दौरान समय तो बढ़कर 8 मिनट हो गया पर उसके द्वारा तय की गई दूरी अभी भी 24 मीटर ही है। इसलिए ग्राफ पर अगला बिन्दु 8 मिनट व 24 मीटर पर लगा।

जब कोई भी वस्तु किसी स्थान पर पहुँच कर रुक जाती है तो समय तो बीतता जाता है परन्तु दूरी नहीं बदलती है। इसलिए जैसा कि हमने अभी देखा कि रुके हुए हिस्से में ग्राफ, समय अक्ष के समानांतर हो जाता है।

अब चित्र–6 का ग्राफ देखकर बताएँ कि इस प्रकार की गति में अपूर्वा की औसत चाल क्या थी? जब अपूर्वा बिना रुके स्कूल पहुँची तब उसकी औसत चाल क्या थी? (ग्राफ चित्र–4 व सारणी क्रमांक–3 देखकर बताएँ)



ग्राफ चित्र क्रमांक–6 : अपूर्वा के रुकने का ग्राफ

इन दोनों औसत चालों में कितना अंतर है?

इस अंतर का कारण बताएँ?

प्रश्न : अनामिका की यात्रा के आंकड़े सारणी क्रमांक–4 में दिए गए हैं।

सारणी क्रमांक–4 : अनामिका की यात्रा के आंकड़े

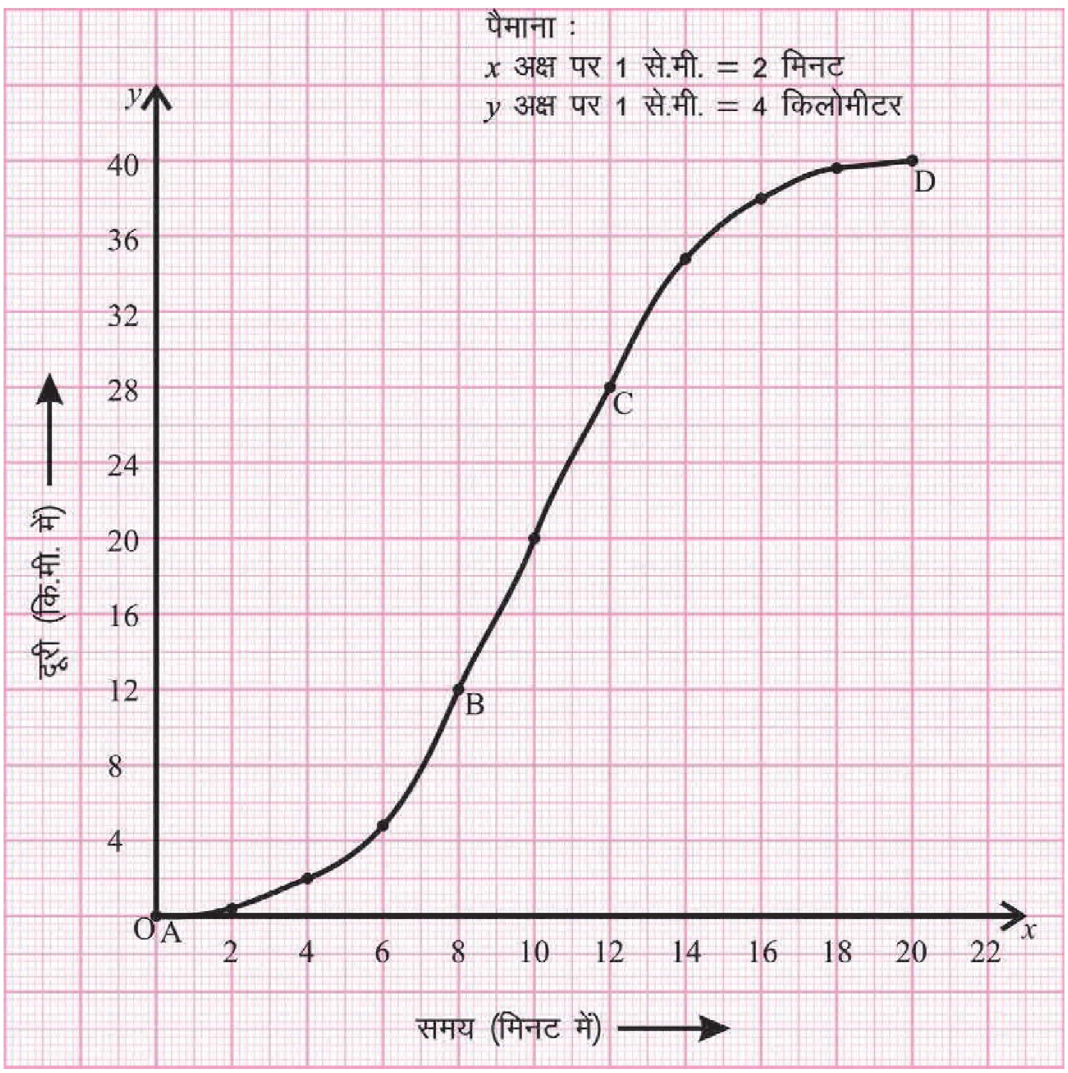
समय (मिनट में)	2	4	6	8	10	12	14	16
तय की गई दूरी (मीटर)	6	12	24	36	36	36	45	54

इन आंकड़ों के आधार पर अनामिका की गति का ग्राफ खींचें और उसकी औसत चाल ज्ञात करें। बताएँ कि–

- यात्रा के किस हिस्से में उसकी चाल सबसे अधिक रहेगी?
- क्या वह रास्ते में रुकी? यदि हाँ तो कितने समय के लिए।

4.2.3 असमान गति का ग्राफ (Graphs for non-uniform motion)

अभी तक हमने केवल एक समान गतियों के बारे में जाना है। अब हम ऐसी गतियों के बारे में जानेंगे जो एक समान नहीं है। स्टेशन से छूटती हुई या स्टेशन पर रुकती हुई बसें आपने देखी होंगी। स्टेशन से छूटने पर क्या बस की गति एक समान रहती है? **ऐसी गति को जिसमें चाल बढ़ रही हो या घट रही हो, असमान गति कहते हैं।**



ग्राफ चित्र क्रमांक–7 : गाड़ी की गति का ग्राफ

सारणी क्रमांक–5 : बस द्वारा तय की गई दूरी

समय (मिनट)	तय की गई दूरी (किमी)
0 से 4	2 km
4 से 8	10 km
8 से 12	---------
12 से 16	---------
16 से 20	---------

चित्र क्रमांक–7 में दिए गए ग्राफ को देखकर ऊपर दी गई सारणी भरें और इन प्रश्नों के उत्तर दें।

- अब बताएँ कि क्या बस ने समान समय में समान दूरियाँ तय की?
- ग्राफ का कौन सा भाग बस की बदलती गति को तथा ग्राफ का कौन सा भाग बस की एक समान गति को बताता है? किस खंड में बस रुकी हुई थी।

ग्राफ के एक समान गति व बदलती गति के खंड़ों को ध्यान से देखें। इनमें आपको क्या कोई विशेष अंतर दिखता है?

गति के ग्राफ का वक्र होना यह दिखाता है कि उस खंड में गति लगातार बदल रही है। ग्राफ के AB खंड को ध्यान से देखिए। इस खंड में बस के स्टेशन से छूटने के बाद उसकी चाल बढ़ रही है।

प्रश्न

1 चाल एवं वेग में अंतर लिखें।

2. किस स्थिति में किसी वस्तु के औसत चाल व वेग का परिमाण बराबर होगा?

3 एक समान गति के लिए वेग समय ग्राफ खींचें।

TM4S1H

4.2.4 त्वरण (Acceleration)

आप रेसिंग कार और सड़क पर चलने वाली कार में सामान्यतः क्या अंतर देख पाते हैं?

एक मुख्य अंतर यह है कि रेसिंग कार की चाल बहुत ज्यादा होती है।

दूसरा मुख्य अंतर यह है कि रेसिंग कार का पिक–अप ज्यादा होता है। पिक–अप यह बताता है कि कार की चाल कितनी तेजी से बढ़ रही है। इसके लिए एक तकनीकी शब्द ''त्वरण'' का प्रयोग किया जाता है।

सारणी क्रमांक–1 की मदद से बस A व B के वेग की गणना करें व दी गई सारणी क्रमांक–6 को पूर्ण करें।

(सारणी क्रमांक–1 में दी गई दूरी को मीटर तथा समय को सेकण्ड में बदलकर वेग की गणना करें)

सारणी क्रमांक–6 (बस **A** व **B** का वेग परिकलन)

समय	बस **A** का वेग (मीटर/सेकण्ड)	बस **B** का वेग (मीटर/सेकण्ड)
9.00	---------------	---------------
9.15	$\frac{(20-10)\times1000}{(15)\times60}=\frac{10\times1000}{900}=11.11$	$\frac{(18-10)\times1000}{15\times60}=\frac{8000}{900}=8.89$
9.30	-------------- = 11.11	--------------
9.45	-------------- = 11.11	--------------
10.00	-------------- = 11.11	--------------
10.15	-------------------	$\frac{(52-40)\times1000}{15\times60}=\frac{12000}{900}=13.33$

सारणी क्रमांक–6 में हम पाते हैं कि बस A की गति के दौरान वेग में परिवर्तन शून्य तथा समान समय–अंतराल में वेग नियत है। परंतु बस B की गति के दौरान विभिन्न समय में वेग में परिवर्तन हो रहा है। अतः अब हमें बस के वेग में परिवर्तन को व्यक्त करने के लिए एक नई राशि के बारे में जानना होगा। **बस के वेग में परिवर्तन की दर त्वरण कहलाती है।**

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{समय अंतराल}}$$

यदि एक वस्तु u वेग से चल रही है और t समय में उसका वेग v हो जाता है तो त्वरण

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

त्वरण को संकेत a से दर्शाते हैं। इसका SI मात्रक मीटर/सेकंड^2 (m/s^2) होता है। जब समय के साथ वस्तु का वेग बढ़ता है तो उसमें उत्पन्न त्वरण को धनात्मक त्वरण और जब समय के साथ वस्तु का वेग घटता है तो उसके त्वरण को ऋणात्मक त्वरण कहते हैं। ऋणात्मक त्वरण मन्दन कहलाता है, इसे –a से प्रदर्शित करते हैं।

जब समय के साथ वेग में परिवर्तन समान होता है तो उसे एकसमान त्वरित गति कहते हैं तथा इसका त्वरण नियत रहता है।

क्रियाकलाप–2

एक वस्तु द्वारा 2 सेकंड के समय अंतराल में तय की गई दूरी निम्नानुसार है। उसका वेग व त्वरण की गणना करें व सारणी क्रमांक–7 की पूर्ति करें।

सारणी क्रमांक–7 : वस्तु का वेग व त्वरण

समय (सेकंड में)	दूरी (मीटर में)	वेग (मीटर / सेकंड)	त्वरण (मीटर / सेकंड^2)
0	0	....	....
2	1	$\frac{1-0}{2-0}=\frac{1}{2}=0.5$	$\frac{1.5-0.5}{4-2}=\frac{1}{2}=0.5$
4	4	$\frac{4-1}{4-2}=\frac{3}{2}=1.5$	?
6	9	....	....
8	16	....	....
10	25	....	....

सारणी क्रमांक–7 में आप पाते हैं कि प्रत्येक समय पर त्वरण समान है (अर्थात समान समय अंतराल में वेग में परिवर्तन समान है)। अतः वस्तु की गति एक समान त्वरित गति होगी।

इस तालिका को पूर्ण कर एक समान त्वरित गति की दूरी–समय, वेग –समय, व त्वरण–समय के बीच ग्राफ खींचें।

एक समान त्वरित गति में त्वरण समय के साथ नियत रहता है अतः त्वरण–समय ग्राफ, समय अक्ष के समानांतर सरल रेखा होती है। (चित्र–8)

त्वरण–समय ग्राफ का 4–8 s के समयांतराल के लिए समय अक्ष पर घिरा क्षेत्रफल

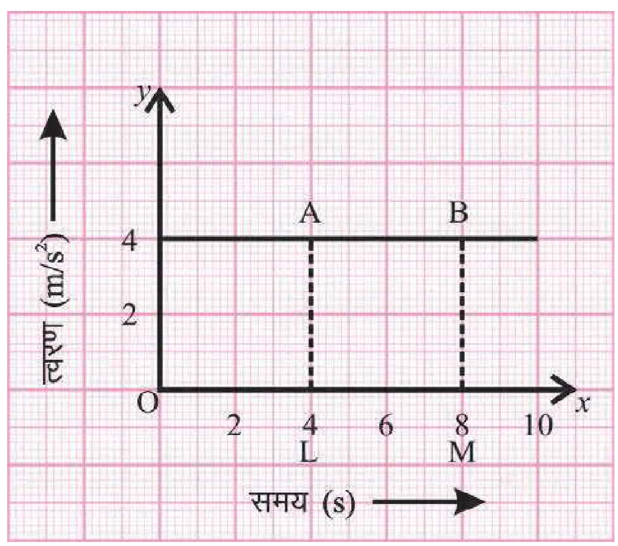
= आयत ABML का क्षेत्रफल

= AL × LM

= 4 m/s^2 × (8 - 4)s

= 4 m/s^2 × 4 s

= 16 m/s



ग्राफ चित्र क्रमांक–8 :
एक समान त्वरित गति का त्वरण समय ग्राफ

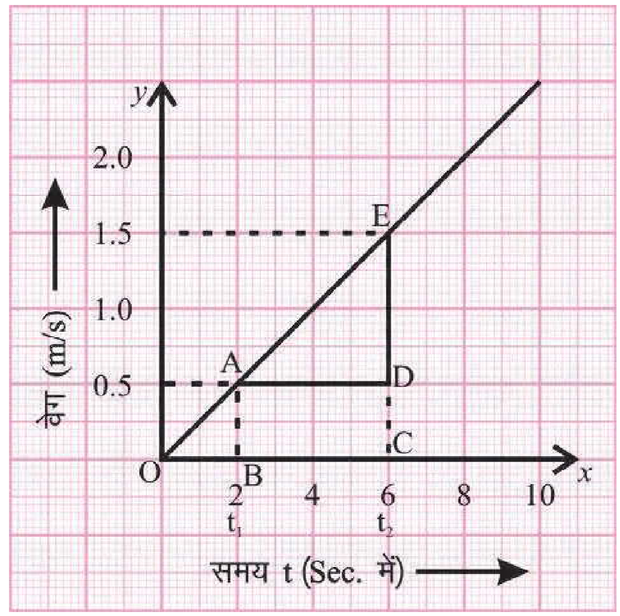
इस तरह त्वरण–समय ग्राफ का समय अक्ष पर, घिरे क्षेत्रफल से हम वेग ज्ञात कर सकते हैं।

आइए, एक समान त्वरित गति में वेग–समय ग्राफ को देखें।

ग्राफ से , $t_1 = 2s$ में $u = 0.5$ m/s

$t_2 = 6s$ में $v = 1.5$ m/s

$$\text{त्वरण} = \frac{v-u}{t_2-t_1} = \frac{1.5-0.5}{6-2} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{m/s}^2$$



ग्राफ चित्र क्रमांक–9 : एक समान त्वरित गति का वेग–समय ग्राफ

हम जानते हैं कि $\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$ अर्थात एक समान वेग से चल रही वस्तु के वेग एवं समय के गुणनफल से विस्थापन प्राप्त किया जा सकता है। चित्र क्रमांक–9 में ग्राफ में दर्शाए गए क्षेत्र ABCDE का क्षेत्रफल दिए गए समयांतराल में विस्थापन (s) को दर्शाएगा।

अर्थात् s = ABCDE का क्षेत्रफल

= आयत ABCD का क्षेत्रफल + त्रिभुज ADE का क्षेत्रफल

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

$$s = (0.5 \times 4) + \frac{1}{2} \times (4 \times 1)$$

$$= 2 + \frac{1}{2} \times 4$$

$$= 2+2$$

$$= 4 \text{ m}$$

वेग–समय ग्राफ का समय अक्ष से घिरा क्षेत्रफल विस्थापन के परिमाण को बताता है।

4.3 गति के समीकरण (Equation of motion)

जब कोई वस्तु एक समान त्वरित गति से गति करती है तो एक निश्चित समय अंतराल (t) में वस्तु के वेग (v), त्वरण (a) तथा तय की गई दूरी (s) में संबंध स्थापित करना संभव है। इसे गति के समीकरण के नाम से जाना जाता है।

$$v = u + at \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

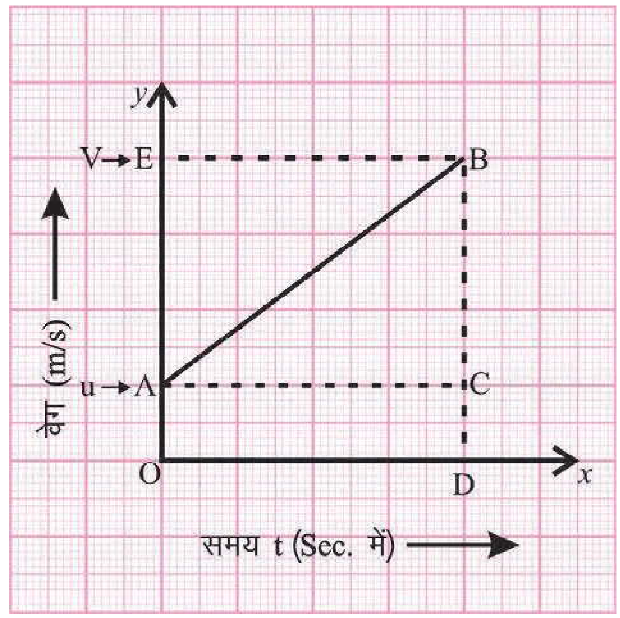
$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

एक समान त्वरित गति में वेग समय संबंध

चित्र–9 में हमने समान त्वरित गति का वेग–समय ग्राफ देखा। ऐसा ही एक और ग्राफ चित्र क्रमांक–10 में दिखाया गया है।

ग्राफ में यह पता चल रहा है कि वस्तु का प्रारंभिक वेग u है जो t समय में बढ़कर v हो गया है। बिन्दु A पर वस्तु का प्रारंभिक वेग u है और बिन्दु B पर वस्तु का अंतिम वेग v है (ग्राफ चित्र क्रमांक–10 से)।



ग्राफ चित्र क्रमांक–10

$BC = v - u$ ....(i)

हम जानते हैं कि त्वरण, $a = \frac{BC}{AC} = \frac{BC}{OD}$

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

$a\,t = v - u$ ....(ii)

$v = u + a\,t$ यह गति का प्रथम समीकरण है।

एक समान त्वरित गति में स्थिति समय संबंध

(a) एक समान त्वरित गति में वेग समय ग्राफ का समय अक्ष से घिरा क्षेत्रफल निकालते हैं जो कि विस्थापन के परिमाण, s के बराबर होता है।

ग्राफ से, s = आकृति OABD का क्षेत्रफल

s = आयत OACD का क्षेत्रफल + त्रिभुज ABC का क्षेत्रफल

$= (OA \times OD) + \frac{1}{2}(AC \times BC)$

$= u\,t + \frac{1}{2}(OD \times BC)$ समी. (i) व चित्र क्रमांक–10 से

$= u\,t + \frac{1}{2}\,t\,(v - u)$

$$= ut + \frac{1}{2}(v-u)t$$

$$= ut + \frac{1}{2} at.t$$ समीकरण (ii) से

$$s = ut + \frac{1}{2} a t^2$$ यह गति का द्वितीय समीकरण है।

हम एक और तरीके से s ज्ञात कर सकते हैं।

(b) (∵ OABDएक समलम्ब चतुर्भुज है।) अतः

s = समलंब चर्तुभुज OABD का क्षेत्रफल

$s = \frac{1}{2} \times$ (चर्तुभुज की समानांतर भुजाओं का योगफल) × ऊँचाई

$$s = \frac{1}{2}(OA + BD) \times OD$$ चित्र क्रमांक–10 से

$$s = \frac{1}{2}(u + v) \times t$$ समीकरण (ii) से t का मान रखने पर

$$s = \frac{1}{2}(v + u) \times \left(\frac{v-u}{a}\right)$$

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

$v^2 - u^2 = 2as$ यह गति का तृतीय समीकरण है।

इस प्रकार गति के तीनों समीकरण निम्नलिखित हैं–

$$v = u + at$$

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

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

उदाहरण–4 : एक पिंड 4 मीटर/सेकंड के वेग से गतिशील है। यदि उसका त्वरण $2\ m/s^2$ हो तो 5 s पश्चात् उसका वेग तथा उसके द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात करें।

हल : दिया है –

पिंड का वेग $u = 4\ m/s$

त्वरण $a = 2\ m/s^2$

अंतिम वेग $v = ?$ तथा तय की गई दूरी $s = ?$

समय $t = 5\ s$

गति के पहले समीकरण से,

$$v = u + at$$
$$= 4 + 2 \times 5$$
$$= 4 + 10$$
$$= 14\ m/s$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$= 4 \times 5 + \frac{1}{2} \times 2 \times (5)^2$$
$$= 20 + \frac{1}{2} \times 2 \times 25$$
$$= 20 + 25$$
$$= 45\ m$$

अतः 5s समय पश्चात उसका वेग 14 m/s तथा तय की दूरी 45 m होगी।

उदाहरण–5 : एक कार $4\ m/s^2$ की एक समान त्वरण से गतिमान है, तो गति प्रारंभ करने के 10 s बाद वह कितनी दूरी तय करेगी?

हल : त्वरण $a = 4\ m/s^2$

प्रारंभिक वेग $u = 0$

समय $t = 10\ s$

दूरी $s = ?$

हम जानते हैं, कि $s = ut + 1/2\ at^2$

$$s = (0 \times 5) + \frac{1}{2} \times (4) \times (10)^2$$
$$s = 0 + \frac{1}{2} \times 4 \times 100$$
$$s = 200\ m$$

अतः कार द्वारा तय की गई दूरी 200 m होगी।

उदाहरण–6 : एक गाड़ी 36 km/h की एक समान चाल से चल रही है। जब उसमें ब्रेक लगाया जाता है तो उसमें $0.5\ m/s^2$ का मंदन उत्पन्न हो जाता है। गाड़ी ने रुकने के पहले कितनी दूरी तय की होगी?

हल : दिया है,

गाड़ी का प्रारंभिक वेग $u = 36\ km/h$

$$u = \frac{36 \times 1000}{60 \times 60}\ m/s$$

$$u = 10\ m/s$$

मंदन $a = -0.5\ m/s^2$ (यहाँ ऋणात्मक चिन्ह मंदन को दर्शाता है।)

अंतिम वेग $v = 0$

चली गई दूरी $s = ?$

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

$$(0)^2 = (10)^2 + 2 \times (-0.5) \times s$$

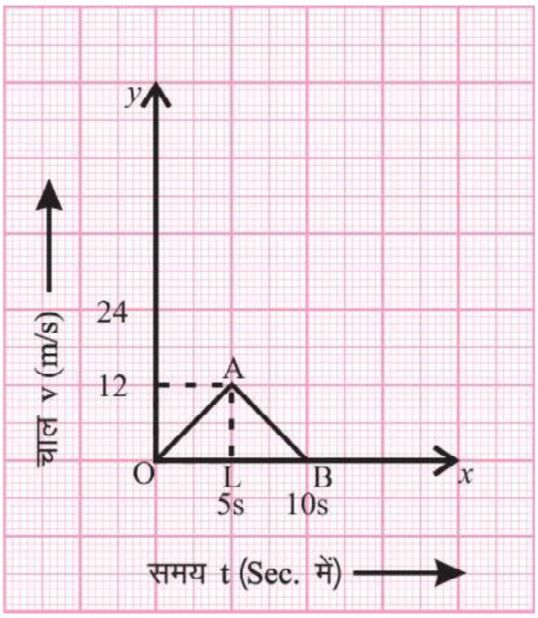
$$0 = 100 - 1s$$

$$1s = 100$$

$$s = 100\ m$$

इस तरह गाड़ी द्वारा तय की गई दूरी = 100 m होगी।

उदाहरण–7 : किसी निश्चित दिशा में चल रहे कण की चाल–समय ग्राफ नीचे चित्र में प्रदर्शित है–



ग्राफ चित्र क्रमांक–11 : चाल–समय ग्राफ

0 से 10 s में चली गई दूरी तथा कण की औसत चाल ज्ञात करें।

हल : (i) s = 0 से 10s में चली गई दूरी

= चाल–समय ग्राफ में चाल–समय अक्ष से घिरा क्षेत्रफल

= ΔOAB का क्षेत्रफल

= $\frac{1}{2}$ आधार × ऊँचाई = $\frac{1}{2} OB \times AL$

= $\frac{1}{2} \times 10 \times 12$

= 60 m

(ii) 0 से 10s में कण की औसत चाल = $\frac{\text{तय की गई दूरी}}{\text{कुल समय}}$

$$= \frac{60}{(10-0)} = \frac{60}{10} = 6 \text{ m/s}$$

प्रश्न

1. एक समान मंदन में वेग समय ग्राफ खींचें।
2. कोई कार एक समान रूप से त्वरित होकर 18 km/h से अपना वेग 36 km/h, 5s में कर लेती है तो उसका त्वरण तथा उसके द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात करें।

4.4 वृत्तीय गति (Circular motion)

हम जानते हैं कि जब किसी वस्तु की गति त्वरित होती है तो उसके वेग में परिवर्तन होता है। यह वेग में परिवर्तन किस–किस तरह से हो सकता है? वेग परिवर्तन की तीन स्थितियाँ संभव हैं–

(1) वेग के परिमाण में परिवर्तन हो पर गति की दिशा नियत हो।

(2) वेग का परिमाण नियत किंतु दिशा में परिवर्तन हो।

(3) वेग के परिमाण और वस्तु के गति की दिशा, दोनों में परिवर्तन हो।

अब क्या आप एक ऐसी वृत्तीय गति का उदाहरण सोच सकते हैं जिसमें एक समान गति में वस्तु के वेग का परिमाण नियत हो परंतु उसकी गति की दिशा में निरंतर परिवर्तन हो रहा हो?

नीचे कुछ उदाहरण दिए गए हैं। बताएँ, वेग की दिशा और परिमाण में क्या परिवर्तन हो रहा है?

(i) धावक का वृत्तीय मार्ग पर दौड़ना (ii) पंखे का घूमना (iii) घड़ी की सुइयों का घूमना

वृत्तीय गति के अनुभव, आप वृत्तीय झूले, हवाई झूले में भी करते हैं। वृत्तीय गति के ऐसे अन्य उदाहरण दैनिक जीवन में ढूँढें।

हमने सीखा

- गति समय के साथ वस्तु की स्थिति में परिवर्तन है। इसकी व्याख्या तय की गई दूरी या विस्थापन के रूप में की जाती है।
- वस्तु द्वारा तय किए गए मार्ग की लंबाई दूरी कहलाती है। यह एक अदिश राशि है। SI पद्धति में इसका मात्रक मीटर (m) है।
- वस्तु की किन्हीं दो स्थितियों का अंतर उसका विस्थापन कहलाता है। यह एक सदिश राशि है। SI पद्धति में इसका मात्रक मीटर (m) है।
- विस्थापन तय किए गए मार्ग पर निर्भर नहीं है जबकि दूरी तय किए गए मार्ग पर निर्भर है।
- प्रति इकाई समय में तय की गई दूरी चाल कहलाती है। इसका SI मात्रक मीटर/सेकंड (m/s)है।
- विस्थापन के परिवर्तन की दर वेग कहलाती है। इसे इकाई समय में वस्तु द्वारा एक निश्चित दिशा में तय की गई दूरी के नाम से जाना जाता है। इसका मात्रक मीटर/सेकंड (m/s) है।
- जब कोई वस्तु समान समय में समान दूरी तय करती है तो उसकी गति एक समान गति कहलाती है।
- एक समान गति में वेग समय ग्राफ समय अक्ष के समानांतर सरल रेखा होती है।
- किसी वस्तु के वेग परिवर्तन की दर त्वरण कहलाती है। यह एक सदिश राशि है। इसका SI पद्धति में मात्रक मीटर/सेकंड^2 (m/s^2) होता है।
- एक समान त्वरित गति में त्वरण–समय ग्राफ समय अक्ष के समानांतर सरल रेखा होती है।
- एक समान त्वरित गति में वेग–समय ग्राफ का समय अक्ष से झुकाव त्वरण कहलाता है।
- जब कोई वस्तु वृत्तीय पथ पर एक समान चाल से चलती है तो उसकी गति एक समान वृत्तीय गति कहलाती है।

मुख्य शब्द (Keywords)

दूरी (distance), विस्थापन (displacement), चाल (speed), वेग (velocity), त्वरण (acceleration) मंदन (retardation or deaccelearation), एक समान वृत्तीय गति (uniform circular motion)

TMMJ57

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनकर लिखें –

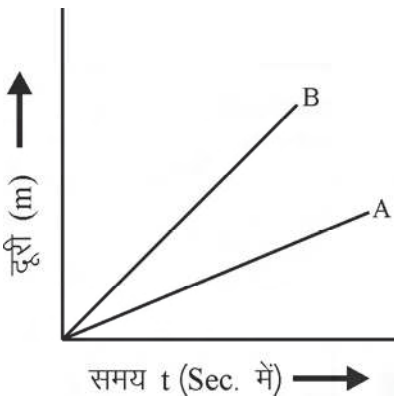
(i) यदि किसी पिण्ड द्वारा चली गई दूरी $s = at + \frac{1}{2}bt^2$ है तो पिण्ड का त्वरण होगा–

(अ) a (ब) b (स) 2 b (द) a + b

(ii) वेग समय ग्राफ का समय अक्ष से घिरा क्षेत्रफल जिस भौतिक राशि को व्यक्त करता है, उसका मात्रक है –

(अ) m (ब) m/s (स) m/s^2 (द) इनमें से कोई नहीं

(iii) नीचे वस्तु A व B का स्थिति समय ग्राफ दिया है। बताएँ किस वस्तु का वेग अधिक है?



(अ) A (ब) B

(स) A और B (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) बताएँ कि निम्न से से कौन सा उदाहरण एक समान वृत्तीय गति का है–

(अ) पृथ्वी की सूर्य के चारों ओर गति

(ब) खिलौना ट्रेन की रेखीय मार्ग पर गति

(स) घड़ी के सेकंड कांटे की गति

(द) वृत्तीय मार्ग पर रेसिंग कार की गति

2. रिक्त स्थान की पूर्ति करें–

(i) एक पिंड नियत वेग से चल रहा है उसका त्वरण .... होगा।

(ii) वस्तु के वेग की दिशा .... से निर्धारित होती है।

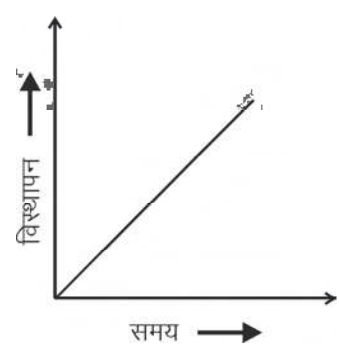
(iii) एक वस्तु की चाल 72km/h है उसकी चाल .... m/s होगी।

(iv) एक व्यक्ति 2m त्रिज्या के वृत्ताकार मार्ग का एक चक्कर 2 सेकंड में लगाता है तो 8 सेकंड बाद उसका विस्थापन .... होगा।

3. एक समान वृत्तीय गति किसे कहते हैं? इसके दो उदाहरण दें।

4. एक वस्तु सूर्य के चारों ओर नियत वेग से चल रही है। उसकी गति एक समान गति है या असमान?

5. एक वस्तु का विस्थापन– समय ग्राफ नीचे दिया है। उसके वेग के बारे में आप क्या परिणाम निकालेंगे?



6. एक वस्तु का स्थिति समय ग्राफ समय अक्ष के समानांतर सरल रेखा है। उसकी गति के बारे में आप क्या कहेंगे?

7. एक समान गति तथा असमान गति को परिभाषित करते हुए प्रत्येक के दो–दो उदाहरण दें।

8. गति के तीनों समीकरण लिखकर उसमें प्रयुक्त संकेतों के अर्थ बताएँ।

9. एक एथलीट वृत्तीय पथ जिसकी त्रिज्या 7 m है का एक चक्कर 44 s में लगाता है। 1 मिनट के बाद वह कितनी दूरी तय करेगा। (60m)

10. ग्राफीय विधि से गति का द्वितीय समीकरण $s = ut + 1/2\ at^2$ व्युत्पन्न करें।

11. नीरज गाड़ी से स्कूल 20 km/h की औसत चाल से जाता है। उसी रास्ते से लौटने के समय वहाँ भीड़ कम होने से उसकी औसत चाल 30 km/h है। पूरी यात्रा के दौरान नीरज की गाड़ी की औसत चाल क्या है?

(24km/h)

12. एक 20m ऊँची मीनार से एक गेंद को गिराया जाता है। यदि उसका वेग 10 m/s^2 के एक समान त्वरण से बढ़ रहा है तो वह जमीन पर किस वेग से टकरायेगी ? उसे जमीन से टकराने में कितना समय लगेगा?

(20 m/s)

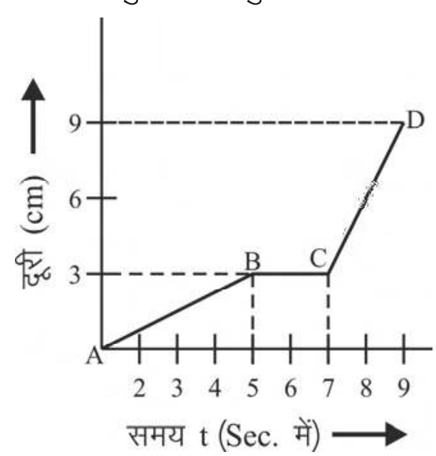
13. एक कार सीधे सड़क पर एक समान त्वरित गति से गति कर रही है। विभिन्न समयों पर कार का वेग निम्नलिखित है तो उसका वेग समय ग्राफ खींचकर उसका त्वरण व 30 सेकंड में चली दूरी ज्ञात करें।

t समय (s)	0	10	20	30	40	50
v चाल (m/s)	5	10	15	20	25	30

(375 m)

14. संलग्न चित्र में किसी वस्तु के विभिन्न समयों पर स्थिति–समय ग्राफ खींचें हुए हैं। वस्तु की चाल ज्ञात करें।

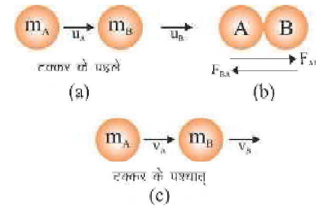
(i) A से B (ii) B से C (iii) C से D



अध्याय—5

बल एवं गति के नियम

(Force and Laws of Motion)



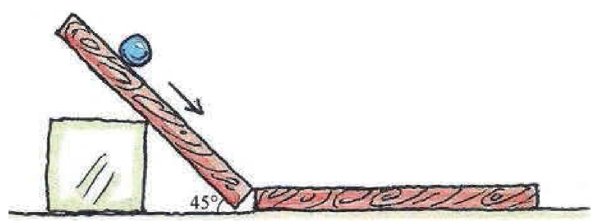
दैनिक जीवन में हम अपने आसपास की वस्तुओं को देखें तो कुछ वस्तुएँ स्थिर अवस्था में लगती हैं और कुछ गतिशील। किसी स्थिर वस्तु को गति में कैसे लाते हैं? साइकिल चलाने के लिए पैडल चलाना पड़ता है, पैडल चलाना बन्द कर देने पर उसकी गति धीमी हो जाती है। साइकिल को गति में रखने के लिए आपको फिर से पैडल चलाना पड़ता है। इसी प्रकार गेंद को गति देने के लिए हम उसे धकेल सकते हैं। गेंद को धकेलने पर क्या वो हमेशा के लिए गतिशील हो जाती है या थोड़ी देर में रुक जाती है? गेंद के रुकने का क्या कारण है?

गेंद को गति देने के लिए हमें उसे धकेलना पड़ता है और फिर वह धीरे—धीरे रुक जाती है। गतिशील गेंद कैसे रूकती है? क्या वह अपने—आप ही रूक जाती है अथवा कोई कारक है जो उसे रोक रहा है? पूर्व में हमने पढ़ा कि किसी वस्तु की स्थिर अवस्था अथवा गति अवस्था में परिवर्तन लाने के लिए बाह्य कारक की आवश्यकता होती है जिसे हम बल कहते हैं।

क्रियाकलाप—1

इस क्रियाकलाप में हमें चिकनी लकड़ी का एक गोलाकार गुटका (या बॉल), लकड़ी के दो पट्टे (1 मी. और 30 सेमी. लम्बाई), प्लास्टिक ट्रे, रेत, तेल की जरूरत है।

- छोटे लकड़ी के पट्टे को 45° कोण पर झुका कर एक नतसमतल बनाएँ (चित्र—1)।
- लंबे पट्टे को नतसमतल के निचले भाग से सटा कर रखें।
- गुटके को नतसमतल के ऊपरी भाग पर रखकर सरकाएँ।
- गुटके द्वारा लंबे पट्टे पर तय की गई दूरी मापें।



(चित्र—1)

- अब लंबे पट्टे को हटाकर उसके स्थान पर रेत से भरी ट्रे रखें।
- पुनः गुटके को नतसमतल के ऊपरी भाग से सरकाएँ और रेत से भरी ट्रे पर गुटके द्वारा तय की गई दूरी मापें।
- उक्त क्रिया को एक चिकनी प्लास्टिक की ट्रे और फिर किसी ऐसी सतह जो तेल लगाने से और ज्यादा चिकनी हो जाए पर करें।
- प्रत्येक क्रिया में गुटके द्वारा इन समतलों पर तय की गई दूरी मापें।

इस क्रियाकलाप के आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर देने का प्रयास करें–

1. क्या गुटके ने सभी सतहों पर समान दूरी तय की?
2. गुटके द्वारा तय की गई दूरियों को भिन्न–भिन्न सतहों के अनुसार क्रम में जमाएँ।
3. किस स्थिति में गुटके ने सबसे ज्यादा दूरी तय की और क्यों?

पूर्व कक्षाओं में हम ''घर्षण'' बल के बारे में पढ़ चुके हैं जो वस्तु की गति को रोकता है। घर्षण बल का मान सतहों की प्रकृति के अनुसार बदलता रहता है। जिन सतहों पर घर्षण बल कम होता है उन पर वस्तु अधिक दूरी तय करती है।

इसके आधार पर बताएँ कि उक्त क्रियाकलाप में किस सतह पर घर्षण बल का मान सबसे कम था?

जैसा कि हमने देखा, जिन सतहों पर घर्षण बल का मान सबसे कम होता है, उस पर वस्तु अधिक समय तक गति की अवस्था में रहती है।

सोचें, यदि सतह पर घर्षण बल का मान शून्य हो तो क्या वस्तु कभी रूकेगी?

गैलीलियो का कहना था कि किसी बाह्य अवरोधक बल की अनुपस्थिति में क्षैतिज तल पर गति करती हुई वस्तु नियत वेग से लगातार गति करती रहेगी और इसी तरह यदि कोई वस्तु विराम में है तो जब तक उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करेगा तब तक वह उसी अवस्था में रहेगी। अतः हम कहते हैं कि वस्तु अपनी स्थिति (गति या विराम) में तब तक बनी रहती है जब तक कि कोई बाह्य बल उसकी स्थिति में परिवर्तन उत्पन्न न करे। इसे जड़त्व कहते हैं। जड़त्व के कई उदाहरण हम अपने दैनिक जीवन में देख सकते हैं, जैसे चलते वाहन में एकाएक ब्रेक लगाने पर उस में बैठा व्यक्ति आगे की ओर झुक जाता है और वाहन में पड़ी वस्तुएँ आगे कि ओर सरकती हैं। आपने भी ऐसा महसूस किया होगा। ऐसी परिस्थितियों के कुछ और उदाहरण दें। क्या आप बता सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है? आपस में चर्चा करें।

चलते वाहन में बैठा व्यक्ति वाहन के साथ गतिशील अवस्था में होता है। वाहन के रूकने पर उसके शरीर का निचला भाग जो सीट के साथ है, जल्दी स्थिर अवस्था में आ जाता है परंतु जड़त्व के कारण ऊपर का भाग गतिशील ही बना रहता है। अतः वाहन में बैठा व्यक्ति आगे की ओर झुक जाता है। आप यह भी बता सकते हैं वाहन के एकाएक चलने पर शरीर पीछे की ओर क्यों झुक जाता है? आपस में चर्चा करके उत्तर कॉपी में लिखें।

5.1 जड़त्व तथा द्रव्यमान (Inertia and mass)

TZANHE

अभी तक दिए गए सभी उदाहरणों से ज्ञात होता है कि प्रत्येक वस्तु अपनी अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है चाहे वह विरामावस्था में हो या गतिशील। वह इस स्थिति को नहीं बदलना चाहती और अपनी मूल अवस्था बनाए रखना चाहती है। वस्तुओं की यह प्रकृति ही जड़त्व है। इससे कई और सवाल उभरते हैं। जैसे यह सोचा जा सकता है कि क्या सभी वस्तुओं में जड़त्व होता है? यदि हाँ तो इसका मान किस पर निर्भर है और यह भी कि क्या सभी वस्तुओं का जड़त्व समान होता है? आइए, इसे जानने के लिए एक क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप–2

- प्लास्टिक की दो बोतल 'क' और 'ख' लें।
- बोतल 'ख' में पानी भरें।
- दोनों बोतल को हाथ से मार कर गिराएँ।
- किस बोतल को गिराना ज्यादा आसान था?

आप पाएंगे कि खाली बोतल को भरी बोतल के अपेक्षा हाथ से मारकर गिराना आसान है।

इसी तरह पुस्तकों से भरे बॉक्स को धक्का देने की अपेक्षा खाली बॉक्स को धक्का देना आसान होता है।

ऐसे कई और उदाहरण हम सोच सकते हैं जैसे साइकिल पर अकेला व्यक्ति हो तो साइकिल को ब्रेक लगाकर शीघ्रता से रोका जा सकता है। परंतु जब आपके साथ आपका मित्र भी साइकिल पर बैठा होता है तो साइकिल को ब्रेक लगाकर रोकना कठिन हो जाता है।

क्या आप इनका कारण समझा सकते हैं? आपस में चर्चा करें।

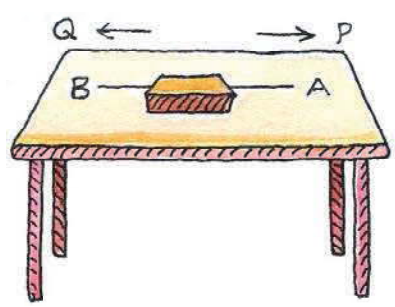
भरी हुई बोतल की अवस्था बदलने के लिए खाली बोतल की अपेक्षा ज्यादा बल की आवश्यकता होती है। इसी प्रकार जब एक व्यक्ति साइकिल चलाता है तो चलती साइकिल को रोकने में कम बल लगता है, जबकि दो व्यक्तियों के बैठे होने पर ब्रेक लगाने में ज्यादा बल लगता है। इसका अर्थ है भारी वस्तुओं में ज्यादा जड़त्व होता है। जड़त्व वह प्रकृति है जिसके कारण वस्तु लगातार अपनी विराम या गति की अवस्था में बने रहने का प्रयास करती है। द्रव्यमान वस्तु के अवस्था परिवर्तन में विरोध का मापक है अर्थात् द्रव्यमान वस्तु के जड़त्वीय प्रवृत्ति का माप है। द्रव्यमान जितना अधिक होगा वस्तु का जड़त्व भी उतना ही अधिक होगा। SI पद्धति में द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम (kg) होता है।

TZJJP2

5.2 संतुलित और असंतुलित बल **(Balanced and unbalanced force)**

क्रियाकलाप–3

एक लकड़ी का गुटका लें। इस गुटके के दो विपरीत फलकों पर हुक या कील लगाएँ। दोनों हुकों में समान लम्बाई के धागे A और B लगाएँ, जैसा चित्र–2 में दिखाया गया है। अब इस गुटके को मेज पर रखें। अब यदि केवल धागे A को (P बल से) खींचे तो गुटका दाहिनी ओर खिसकता है और केवल धागे B को (Q बल से) खींचे तो गुटका बायीं ओर खिसकता है। यदि धागे A व B पर समान बल लगाकर खींचें तो गुटका अपने स्थान से नहीं खिसकता है। यह समान बल आपस में एक दूसरे को संतुलित कर लेते हैं जिससे वस्तु की स्थिति में बदलाव नहीं ला पाते हैं। इस उदाहरण में दिए संतुलित बल को चित्र–3 द्वारा दर्शाया जा सकता है (जहाँ $P = Q$ है)।



(चित्र–2)

यदि दोनों बल बराबर नहीं तो गुटके पर लगा हुआ नेट बल होगा $= P - Q$ जहाँ $P > Q$

चित्र–3

नेट बल किसी वस्तु पर लग रहे सभी बलों का परिणामी बल है। नेट बल को समझने के लिए हमें सबसे पहले वस्तु पर लग रहे सभी बलों एवं उनकी दिशाओं को जानना होगा। नेट बल प्राप्त करने के लिए उन बलों को जोड़ा जाता है जो एक दिशा में है और उन बलों को घटाया जाता है जो विपरीत दिशा में हैं। गुटके पर लगा हुआ नेट बल, P और Q का सदिश योग है। इसलिए, संतुलित बल की अवस्था में गुटके पर लगा हुआ नेट बल $= P - Q$

यदि $(\because P = Q)$

अतः नेट बल $= 0$

यदि धागे A पर कम व धागे B पर ज्यादा बल लगाकर खींचा जाए तो गुटका बायीं ओर खिसक जाता है। दोनों बल संतुलित नहीं हैं अर्थात लगने वाला बल असंतुलित बल है। अतः वस्तु की गति अधिक परिमाण वाले बल की दिशा अर्थात् B की ओर है (चित्र क्रमांक–3 से)।

वस्तु पर कार्य करने वाला बल $= P - Q$

TZTFQP

5.3 गति का प्रथम नियम (First law of motion)

न्यूटन ने बल व गति के संबंध को समझ कर गति के नियम प्रस्तुत किए। न्यूटन के अनुसार ''प्रत्येक वस्तु अपनी स्थिर अवस्था या समान गति की अवस्था में तब तक बनी रहती है जब तक कि उस पर कोई बाह्य असंतुलित बल कार्यरत न हो।'' इसे गति का प्रथम नियम कहते हैं।

जैसा कि हमने पढ़ा है, जड़त्व वस्तु की वह प्रवृत्ति है जिसके कारण वस्तु उसकी स्थिति में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है। अतः गति के प्रथम नियम को जड़त्व का नियम भी कहते हैं।

क्या आप गति के प्रथम नियम के अनुसार निम्न उदाहरणों को समझा सकते हैं?

- कंबल को छड़ी से पीटने पर धूल के कण झड़ जाते हैं।
- पेड़ को हिलाने पर उसमें लगे फल नीचे गिरते हैं।

आपस में चर्चा करके इसका कारण समझाएं। क्या आप ऐसे कुछ और उदाहरण सोच सकते हैं।

जब हम चलती हुई रेलगाड़ी में एक ही स्थान पर खड़े होकर उछलते हैं तब उसी जगह पर दोबारा आ जाते हैं, ऐसा क्यों होता है?

5.4 रैखिक संवेग (Linear momentum)

गति का प्रथम नियम हमें यह बताता है कि जब कोई असंतुलित बाह्य बल किसी वस्तु पर कार्य करता है तो उस वस्तु के वेग में परिवर्तन होता है। यह वेग में परिवर्तन वस्तु पर लगाए गए बल पर निर्भर होता है पर वेग के परिवर्तन को हम कैसे पता करें, हम आगे इस पर चर्चा करेंगे।

यदि एक तेज गति से फेंकी टेबल टेनिस की गेंद और एक क्रिकेट की गेंद आप से आकर टकराए तो आपको किसकी चोट अधिक लगेगी? एक समान वेग से गतिशील साइकिल या ट्रक दीवार से टकराए तो ट्रक के

टकराने से दीवार को अधिक हानि होगी। ऐसे कुछ और उदाहरण सोचें व उन पर चर्चा करें। इस पर और विचार करने के लिए क्रियाकलाप–4 करें।

क्रियाकलाप–4

- एक बड़ी प्लेट लें।
- उसे गीली मिट्टी या रेत से भर दें।
- क्रिकेट की गेंद और प्लास्टिक की गेंद को एक समान ऊँचाई से प्लेट पर गिराएँ। क्या होता है? क्या दोनों गेंदों का प्रभाव रेत पर समान होता है?
- यदि क्रिकेट की गेंद को भिन्न–भिन्न ऊँचाइयों से प्लेट पर गिराया जाए तो क्या प्रभाव होगा? कब गेंद अधिक धंसती है?

इस क्रियाकलाप से पता चलता है कि वस्तु के द्वारा उत्पन्न प्रभाव वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर है। अधिक द्रव्यमान वाली क्रिकेट की गेंद का प्रभाव अधिक है। दूसरी ओर से हम देखते हैं कि अधिक ऊँचाई से फेंकी गई गेंद अधिक वेग से रेत पर गिरेगी व रेत अधिक धंसेगी। मुख्यतः यह प्रभाव वस्तु के वेग व द्रव्यमान पर निर्भर है। इसमें से कोई भी राशि समान परिस्थिति में बढ़ाई जाए तो प्रभाव ज्यादा होगा।

किसी वस्तु के द्रव्यमान व वेग का गुणनफल संवेग कहलाता है। किसी वस्तु का संवेग p उसके द्रव्यमान m और वेग v के गुणनफल से परिभाषित होता है अर्थात् $p = mv$

संवेग एक सदिश राशि है जिसकी परिमाण व दिशा दोनों होती है। संवेग की दिशा वही होगी जो वेग की दिशा होती है। इसका SI मात्रक किग्रा मी/सेकण्ड (kg.m/s) है।

संवेग में परिवर्तन व बल (Force and the change in momentum)

एक ऐसी स्थिति के बारे में सोचें जिससे खराब बैटरी वाली कार को सीधी सड़क पर गति करने के लिए धक्का दिया जाता है। शुरूआत में कार चालू नहीं होती है लेकिन कुछ समय तक लगातार धक्का देने से कार की गति बढ़ती जाती है और गति तेज होने के बाद ही कार को चालू करने का प्रयास करते हैं। हम कह सकते हैं कि लगातार बल लगाने से कार का संवेग भी धीरे–धीरे बढ़ता जाता है। इससे स्पष्ट है कि कार के संवेग में परिवर्तन केवल बल के परिमाण से नहीं होता है बल्कि उस समय पर भी निर्भर करता है जितने समय तक उस पर बल लगता है। वस्तु के संवेग में परिवर्तन लाने में बल का मान और बल के कार्य करने का समय महत्वपूर्ण है।

5.5 गति का द्वितीय नियम (Second law of motion)

U13BSC

गति के द्वितीय नियम के अनुसार ''किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर लगाए गए असंतुलित बल के समानुपाती होती है।''

यदि F नेट असंतुलित बल हो जो वस्तु पर लग रहा है, p संवेग हो तो, गति के द्वितीय नियम के अनुसार–

$$F \alpha \frac{p_2 - p_1}{t_2 - t_1}$$

जहाँ t_1 समय पर वस्तु का प्रारम्भिक संवेग p_1 है तथा
t_2 समय पर वस्तु का संवेग p_2 है।

$F \alpha \frac{\Delta p}{\Delta t}$ जहाँ $\Delta p = p_2 - p_1$ (संवेग में परिवर्तन)

$\Delta t = t_2 - t_1$ (समय में परिवर्तन)

यहाँ समानुपात चिह्न को हटाने के लिए K, एक समानुपातिक स्थिरांक, लगाया जाता है।

$$F = K \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

K = 1 लेने पर $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m \Delta v}{\Delta t} \quad [p = mv]$$

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \left[\because a = \frac{\Delta v}{\Delta t}\right]$$

$$F = ma$$

यही गति के द्वितीय नियम का गणितीय रूप है।

यदि $m = 1$ किलोग्राम (1 kg)

$a = 1$ मीटर/सेकण्ड^2 ($1 m/s^2$)

तो, $F = 1$ किग्रा × 1मीटर/से^{2} ($kg.m/s^2$)

$F = 1$ न्यूटन (N)

1 न्यूटन बल वह बल है जिसे 1 किग्रा की वस्तु पर लगाने पर वह 1 मीटर/सेकण्ड^2 के त्वरण से गति करता है। न्यूटन, बल का SI मात्रक है। इसे N से दर्शाते हैं।

उदाहरण–1 : 3 किलोग्राम द्रव्यमान वाली वस्तु पर क्रियाशील नियत बल 25 सेकण्ड में उसके वेग को 2 मीटर/सेकण्ड से बढ़ाकर 3.5 मीटर/सेकण्ड कर देता है तो लगाया गया बल का परिमाण ज्ञात करें।

हल : वस्तु का द्रव्यमान $m = 3 kg$

वस्तु का प्रारंभिक वेग $u = 2 ms^{-1}$

वस्तु का अंतिम वेग $v = 3.5 ms^{-1}$

बल लगने का समय $t = 25 s$

ज्ञात करना है $F = ?$

हम जानते हैं कि $F = \frac{p_2 - p_1}{t} = \frac{mv - mu}{t}$

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

$$F = \frac{3(3.5-2)}{25}$$

$$F = \frac{3\times1.5}{25} = \frac{3\times15}{250} = \frac{45}{250}$$

$$F = 0.18N$$

लगाए गए बल का परिमाण 0.18 न्यूटन होगा।

उदाहरण–2 : 5 किलोग्राम की एक ट्रॉली पर बल लगाने से उसमें 10 ms^{-2} का त्वरण उत्पन्न होता है। आरोपित बल की गणना करें।

हल : ट्रॉली का द्रव्यमान $m = 5\ kg$

ट्रॉली में उत्पन्न त्वरण $a = 10\ ms^{-2}$

ट्रॉली पर लगा बल $F = ?$

$$F = ma$$

$$F = 5 \times 10$$

$$F = 50\ N$$

ट्रॉली पर लगा बल 50 न्यूटन है।

उदाहरण–3 : एक लंबी मेज पर सीधी रेखा में जा रही 30 ग्राम द्रव्यमान की गेंद के वेग का समय के साथ ग्राफ दिया गया है। गेंद को विरामावस्था में लाने के लिए कितना घर्षण बल लगाना होगा।

हल : गेंद का प्रारंभिक वेग $u = 15\ cm/s = 0.15\ ms^{-1}$

गेंद का अंतिम वेग $v = 0$

समय $t = 5\ s$

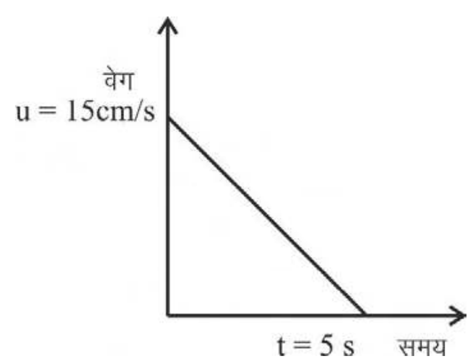
गेंद का द्रव्यमान $m = 30\ gm = 0.03\ kg$

गेंद पर लगा घर्षण बल $F = ?$

$$F = m\frac{(v-u)}{t} = \frac{0.03\,(0-0.15)}{5}$$

$$F = \frac{0.03\,(-0.15)}{5} = -0.0009N$$

$$F = -9 \times 10^{-4}\ N$$



चित्र–4

यहाँ ऋणात्मक चिन्ह यह बताता है कि गेंद की प्रारम्भिक गति के विपरीत दिशा में घर्षण बल लग रहा है।

उदाहरण–4 : 5 किग्रा की एक वस्तु पर 10 न्यूटन का बल 5 sec तक लगाया जाता है, इस बल से कितना त्वरण उत्पन्न होगा। वस्तु के वेग में परिवर्तन की भी गणना करें।

हल : हमे ज्ञात है कि वस्तु का द्रव्यमान $m = 5\,kg$

वस्तु पर लगा बल $F = 10\,N$

समय $t = 5\,s$

हमें ज्ञात करना है त्वरण $a = ?$

और वेग में परिवर्तन $v - u = ?$

चूंकि $F = m\,a$

अर्थात् $10 = 5 \times a$

$a = 2 m/s^2$

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

$$2 = \frac{v-u}{5}$$

$v - u = 2 \times 5\,m/s$

वेग मे परिवर्तन = $v - u = 10\,m/s$

चर्चा करें

1. क्रिकेट खिलाड़ी तेजी से आती गेंद को कैच करते समय गेंद पकड़ने के साथ अपने हाथ पीछे क्यों ले जाता है?
2. कुछ ऊँचाई से पक्के फर्श की अपेक्षा कच्चे फर्श पर या भूसे के ढेर पर कूदने पर चोट कम लगती है, क्यों?
3. यदि नेट असंतुलित बल शून्य हो जाए तो क्या संवेग भी शून्य होगा? समझाएँ।

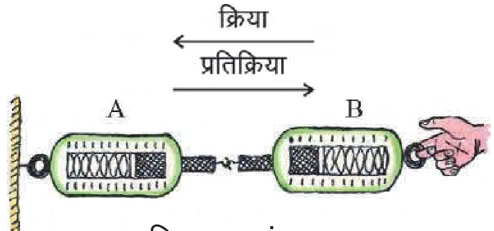
U1C7TZ

5.6 गति का तृतीय नियम (Third law of motion)

गति का तृतीय नियम समझने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–5

- एक स्प्रिंग बैलेंस A लें तथा उसका स्थिर सिरा दीवार पर कील से लटका दें।
- स्प्रिंग के मुक्त सिरे को खींचें और लगाए गए बल का मान नोट करिए।



चित्र क्रमांक–5

- एक और स्प्रिंग बैलेंस B को A से जोड़ें। जैसा कि चित्र–5 में दिखाया गया है।
- अब A और B को एक साथ खींचें और मान नोट करिए।
- आप देखते हैं कि दोनों स्प्रिंग तुलाएँ एक ही मान दर्शाती हैं। क्यों?

उपर्युक्त उदाहरण में स्प्रिंग बैलेंस B स्प्रिंग बैलेंस A पर बल लगाता है और दूसरा स्प्रिंग बैलेंस A, स्प्रिंग बैलेंस B पर समान बल विपरीत दिशा में लगाता है। दोनों समान बल दो अलग–अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं। जब एक वस्तु दूसरी वस्तु पर बल लगाती है तो दूसरी वस्तु भी पहली वस्तु पर विपरीत दिशा में समान बल लगाती है। वस्तुओं पर लग रहे इन बलों के जोड़ों को क्रिया–प्रतिक्रिया कहा जाता है।

गति के तीसरे नियम के अनुसार ''प्रत्येक क्रिया की सदैव बराबर एवं विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।'' क्रिया और प्रतिक्रिया बल सदैव दो अलग–अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं। इसीलिए बल सदैव समान और विपरीत दिशा में होने पर भी नेट बल शून्य नहीं होता।

जब आप चलते हैं तो क्या होता है? चलना शुरू करने के लिए बल की आवश्यकता होती है जिससे त्वरण उत्पन्न होता है। त्वरण उत्पन्न करने के लिए जिस दिशा में हमें आगे बढ़ना होता है उसके विपरीत दिशा में हम सड़क पर अपने पैरों से बल लगाते हैं। सड़क भी हमारे पैरों पर उतना ही प्रतिक्रिया बल विपरीत दिशा में लगाती है जिससे हम आगे बढ़ते हैं।

ध्यान दें कि यद्यपि क्रिया और प्रतिक्रिया बल मान में हमेशा समान होते हैं फिर भी यह बल एक समान परिमाण के त्वरण उत्पन्न नहीं करते क्योंकि दोनों वस्तुओं का द्रव्यमान एक सा नहीं होता। हमारे धकेलने से पृथ्वी पीछे की ओर चलना शुरू नहीं करती किंतु हमें आगे की ओर जरूर त्वरण से गति मिल जाती है।

यदि A वस्तु B वस्तु पर F_1 बल लगाए और B वस्तु A वस्तु पर F_2 बल लगाएँ तो गति के तृतीय नियम के अनुसार $F_1 = -F_2$

यहाँ ऋणात्मक चिह्न यह दर्शाता है कि बल F_2 की दिशा F_1 के विपरीत है।

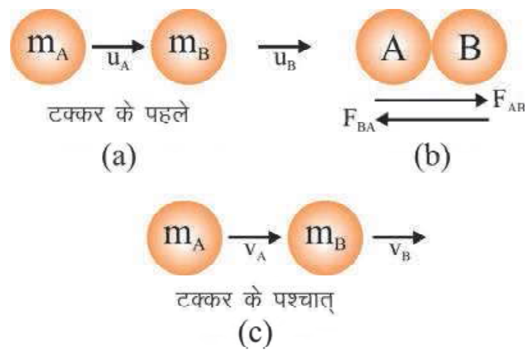
गति का प्रथम एवं द्वितीय नियम एक ही वस्तु पर लागू होता है जबकि तृतीय नियम दो परस्पर क्रिया कर रही वस्तुओं पर लागू होता है। क्रिया प्रतिक्रिया वे बल दर्शाती हैं जो एक ही समय पर दो अलग–अलग वस्तुओं पर कार्य करती हैं।

तृतीय नियम के कुछ और उदाहरण सोचें।

5.7 संवेग संरक्षण का नियम (The law of conservation of momentum)

माना कि आपके पास दो गेंद A और B हैं जिनका द्रव्यमान क्रमशः m_A और m_B है यह एक ही सरल रेखा में क्रमशः u_A और u_B वेग से गति कर रही हैं तथा उन पर कोई असंतुलित बल नहीं लग रहा है। t समय पश्चात् दोनों गेंद आपस में टकराती हैं जहाँ A, B गेंद पर F_{AB} बल तथा B, A गेंद पर F_{BA} बल लगाती है। इससे A और B के वेग क्रमशः V_A और V_B हो जाते हैं।

U1L3VH



गेंदों द्वारा परस्पर लगाया गया बल गति के तृतीय नियम के अनुसार समान एवं विपरीत दिशा में है अतः

$F_{AB} = -F_{BA}$

इन बलों के कारण गेंद के वेग में परिवर्तन होता है जिससे गेंद का संवेग परिवर्तित हो जाता है।

अतः गति के द्वितीय नियम के अनुसार :

बल = संवेग में परिवर्तन की दर

$$F_{AB} = \frac{m_B(v_B - u_B)}{t}$$

$$F_{BA} = \frac{m_A(v_A - u_A)}{t}$$

गति के तृतीय नियम से

$F_{AB} = -F_{BA}$

$$\frac{m_B(v_B - u_B)}{t} = \frac{-m_A(v_A - u_A)}{t}$$

$m_B(v_B - u_B) = -m_A(v_A - u_A)$

$m_B v_B - m_B u_B = -m_A v_A + m_A u_A$

$m_A v_A + m_B v_B = m_A u_A + m_B u_B$

टकराने के बाद संवेग = टकराने के पहले संवेग

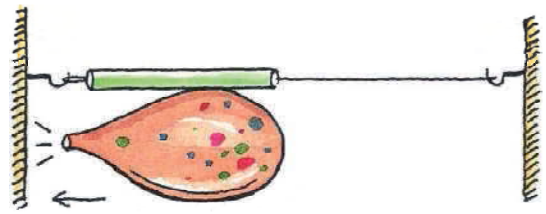
इस समीकरण से हमने पाया कि जब गेदों पर कोई बाह्य बल नहीं लगता है तो उनका कुल संवेग टकराने के बाद भी समान रहता है। दोनों गेंदों का कुल संवेग नहीं बदलता है जबकि गेंदों का अपना–अपना संवेग बदल जाता है। इसे ही संवेग संरक्षण का नियम कहते हैं।

इस नियम के अनुसार ‘‘बाह्य असंतुलित बल की अनुपस्थिति में दो वस्तुओं का कुल संवेग संरक्षित रहता है।’’

आइए, इस हेतु क्रियाकलाप देखें।

क्रियाकलाप—6

- एक बड़े आकार का गुब्बारा लें तथा इसमें पूरी तरह से हवा भरकर इसके मुख को धागे से बांध लें।
- इस गुब्बारे की सतह पर टेप की मदद से एक स्ट्रॉ लगाएँ।
- स्ट्रॉ के बीच से एक लंबा व महीन धागा आरपार निकालें।
- अब इस धागे के दोनों सिरों को दीवार पर लगाएँ। (चित्र क्रमांक—7)
- अब गुब्बारे के मुँह में लगे धागे को खोल दें।
- जैसे ही धागा खोलते हैं, गुब्बारे में भरी हवा बाहर आने लगती है।
- गुब्बारे व स्ट्रॉ की गति का अवलोकन करिए।



चित्र क्रमांक—7

आप समझ गए होंगे कि यहाँ गति का तृतीय नियम लागू हो रहा है। पर क्या आप बता सकते हैं कि वे वस्तुएँ कौन सी हैं जिन पर यह नियम लागू हो रहा है?

इस सिद्धान्त पर कार्य करने वाले उदाहरणों को ढूँढिए।

उदाहरण—5 : 40 किग्रा और 20 किग्रा द्रव्यमान की दो गोलाकार वस्तुएँ 10 m/s तथा 50 m/s के वेग से चल रही हैं। इनकी दिशा एक दूसरे की ओर है। कुछ समय पश्चात वे टकराकर आपस में चिपक जाती हैं। इस जुड़ी हुई वस्तु का वेग कितना होगा?

हल : दिया गया है कि

पहले गोलाकार वस्तु का द्रव्यमान $m_1 = 40\,kg$

दूसरे गोलाकार वस्तु का द्रव्यमान $m_2 = 20\,kg$

पहले गोलाकार वस्तु का वेग $u_1 = 10\,m/s$

दूसरे गोलाकार वस्तु का वेग $u_2 = 50\,m/s$

टकराने के बाद चिपके जोड़ का वेग $v = ?$

संवेग संरक्षण नियमानुसार $(m_1 + m_2)\,v = m_1u_1 + m_2u_2$

$$(40 + 20)\,v = 40 \times 10 + 20 \times (-50)$$

$$60v = 400 - 1000$$

[$\because$ वस्तुएँ एक दूसरे की ओर गतिमान हैं इसलिए $u_2 = -50\,m/s$]

$$v = -\frac{600}{60}$$

$$v = -10\,m/s$$

टकराने के बाद जुड़ी हुई वस्तु का वेग 10 ms^{-1} होगा और यह 20 kg. द्रव्यमान वाली वस्तु की दिशा में गतिशील होगी।

उदाहरण–6 : 2 किग्रा की एक बन्दूक से 20 gm की गोली 100 ms^{-1} के क्षैतिज वेग से छोड़ी जाती है। बंदूक के पीछे हटने का वेग ज्ञात करें।

हल : बंदूक का द्रव्यमान $m_1 = 2\,kg$

बंदूक का प्रारम्भिक वेग $u_1 = 0$

गोली का द्रव्यमान $m_2 = 20\ gm = 0.02\,kg$

गोली का प्रारम्भिक वेग $u_2 = 0$

बंदूक का अंतिम वेग $v_1 = ?$

गोली का अंतिम वेग $v_2 = 100\,m/s$

संवेग संरक्षण नियम से

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$$

$$2 \times v_1 + 0.02 \times 100 = 20 \times 0 + 0.020 \times 0$$

$$2v_1 + 2 = 0 \quad \text{या} \quad 2v_1 = -2$$

$$v_1 = -1\,m/s$$

अतः बंदूक 1 m/s वेग से पीछे की ओर हटेगी।

चर्चा करें

1. यदि क्रिया सदैव प्रतिक्रिया के बराबर है तो स्पष्ट करें कि बैल गाड़ी को कैसे खींच पाता है?
2. रॉकेट की गति किस सिद्धांत पर आधारित है?
3. एक अग्निशमन कर्मचारी को तीव्र गति से ज्यादा मात्रा में पानी फेंकने वाली रबर की पाइप से तकलीफ क्यों होती है? स्पष्ट करें।

प्रश्न

1. 1 kg और 2 kg द्रव्यमान की दो वस्तुएँ एक ही रेखा के अनुदिश एक ही दिशा में क्रमशः 2 ms^{-1} और 1 ms^{-1} की वेग से गति कर रही हैं। दोनों वस्तुएँ टकराती हैं। टकराने के बाद प्रथम वस्तु का वेग 1.5 ms^{-1} हो जाता है तो दूसरी वस्तु का वेग ज्ञात करें।

हमने सीखा

- बल वह बाह्य कारक है जो किसी वस्तु की स्थिर अवस्था अथवा गतिज अवस्था में परिवर्तन करता है या परिवर्तन करने का प्रयास करता है।
- गति के प्रथम नियम के अनुसार ''वस्तु अपनी स्थिर अवस्था अथवा गतिज अवस्था में तब तक बनी रहती है जब तक कि उस पर कोई बाह्य असंतुलित बल कार्य न करे।''
- किसी वस्तु की वह प्रवृत्ति जिसके कारण वस्तु अपनी स्थिर अवस्था या गति अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है, जड़त्व कहलाती है। किसी वस्तु के जड़त्व की माप उसके द्रव्यमान पर निर्भर है।
- किसी वस्तु के द्रव्यमान और वेग का गुणनफल संवेग कहलाता है। संवेग की दिशा वही होती है जो वस्तु के वेग की दिशा होती है। संवेग का मात्रक $kgms^{-1}$ होता है।
- संवेग में परिवर्तन करने में लगा समय यदि कम हो तो बल ज्यादा होगा। ऐसे में गतिमान वस्तु को रोकने में चोट लगने की संभावना बढ़ जाती है।
- गति के द्वितीय नियम के अनुसार किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर उस वस्तु पर आरोपित असंतुलित बल के समानुपाती तथा बल की दिशा में होती है।
- बल का SI मात्रक न्यूटन या $kgms^{-2}$ है।
- गति के तृतीय नियम के अनुसार प्रत्येक क्रिया के विपरीत व बराबर प्रतिक्रिया होती है। क्रिया और प्रतिक्रिया दोनों भिन्न–भिन्न वस्तुओं पर कार्य करती हैं।
- यदि किसी वस्तु पर बाह्य बल न लग रहा हो तो वस्तु का संवेग संरक्षित रहता है।

मुख्य शब्द (Key Words)

संतुलित बल (balanced force), अंसतुलित बल (unbalanced force), जड़त्व (inertia), रैखिक संवेग (linear momentum), रैखिक संवेग संरक्षण के नियम (laws of conservation of linear momentum)

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

   (i) किसी वस्तु के जड़त्व का कारण है।

   (अ) केवल द्रव्यमान (ब) केवल वेग

   (स) द्रव्यमान और वेग दोनों (द) कोई भी नहीं।

(ii) एक लड़का एक ट्रेन के डिब्बे में सबसे ऊपर की सीट पर बैठा है। जब ट्रेन एक स्टेशन पर रुकती है, उसी समय लड़का अपने से ठीक नीचे अपने भाई के खुले हाथ पर आम गिराता है। आम गिरेगा–

(अ) ठीक उसके भाई के हाथ में।

(ब) उसके भाई के हाथ से कुछ दूर ट्रेन चलने कि विपरीत दिशा में।

(स) उसके भाई के हाथ में कुछ दूर ट्रेन चलने की दिशा में।

(द) इनमें से कोई भी नहीं।

(iii) रॉकेट नोदन का सिद्धान्त आधारित है–

(अ) गति के प्रथम नियम (ब) गति के द्वितीय नियम

(स) द्रव्यमान संरक्षण के नियम पर (द) संवेग संरक्षण के नियम पर

(iv) एक गोला 500 N बल लगाने पर 0.06 सेकण्ड में रुक जाता है। गोले का संवेग होगा–

(अ) 500 N (ब) 500 kgm/s (स) 30 kgm/s (द) 30 N

2. रिक्त स्थान की पूर्ति करें–

(i) संवेग संरक्षण का नियम .... की अनुपस्थिति में लागू होता है।

(ii) एक कमानीदार तुला के दोनों सिरों को 20–20 किलोग्राम भार के बल से खींचा जाता है तो तुला का पाठ्यांक .... होगा।

(iii) गति का प्रथम नियम .... के नियम से जाना जाता है।

(iv) किसी वस्तु के द्रव्यमान को स्थिर रखते हुए त्वरण को दुगुना कर दें तो बल .... हो जाएगा।

(v) बल .... राशि है।

चर्चा करके लिखें

1. तीन ठोस जो क्रमशः ऐलुमिनियम, स्टील तथा लकड़ी के बने हैं एवं इनका आकार तथा आयतन समान हैं। बताओ इसमें से किस ठोस का जड़त्व ज्यादा होगा और क्यों?
2. कांच के बर्तन पक्के फर्श पर गिरने से टूट जाते हैं पर रेत पर गिरने से नहीं। ऐसा क्यों?
3. गति के द्वितीय नियम का गणितीय सूत्र लिखकर उसमें प्रयुक्त संकेतों का अर्थ लिखिए।
4. बंदूक चलाने पर व्यक्ति को पीछे की ओर धक्का क्यों लगता है?

5. बस की छत पर रखे सामान को रस्सी से क्यों बाँधा जाता है?

6. सिद्व करें यदि दो वस्तुओं के संवेग समान हैं तो हल्की वस्तु का वेग भारी वस्तु के वेग से अधिक होगा।

7. गति के तीसरे नियम के अनुसार जब हम किसी वस्तु पर बल लगाते हैं तो वस्तु उतना ही बल विपरीत दिशा में लगाती है। यदि वह वस्तु एक कार हो जो एक सडक के किनारे खड़ी है, संभवतः हमारे द्वारा बल लगाने पर भी कार गतिशील नहीं हो पाएगी। एक विद्यार्थी इसे सही साबित करने के लिए कहता है कि दोनों बल विपरीत व बराबर हैं जो एक दूसरे को निरस्त कर देते हैं। इस तर्क पर अपने विचार दें और बताएँ कि कार विपरीत दिशा में गतिशील क्यों नहीं हो पाती?

8. 50 किग्रा द्रव्यमान की एक वस्तु का वेग समान त्वरण से चलते हुए 6 सेकंड में 4 मीटर/सेकंड से 7 मीटर/सेकंड हो जाता है। वस्तु के पहले और बाद में संवेगों व उस पर आरोपित बल की गणना करें।

9. एक फुटबॉल और टेनिस बॉल समान वेग से गतिशील हैं। दोनों एक दूसरे से आमने–सामने टकराते हैं तथा कुछ समय बाद दोनों रुक जाते हैं। अगर टकराने का समय अंतराल 1 सेकण्ड है तो–

   (i) कौन से बॉल पर बल का सबसे अधिक प्रभाव पड़ेगा।

   (ii) किस बॉल के संवेग में सबसे अधिक परिवर्तन होगा।

   (iii) किस बॉल का त्वरण सबसे अधिक होगा।

10. सिद्ध कीजिए कि दो वस्तुओं का कुल संवेग उनके परस्पर टकराने से पूर्व एवं टकराने के पश्चात् समान रहता है।

अध्याय–6

जीवन की मौलिक इकाई : कोशिका

(Fundamental Unit of Life : Cell)

हमने पिछली कक्षा में विभिन्न प्रकार के एककोशिकीय और बहुकोशिकीय जीवों में कोशिकाओं की आकृति व आकार में विविधता का अवलोकन किया है। हमने यह भी जाना था कि रॉबर्ट हुक ने 1665 में कॉर्क की पतली काट की जिन कोशिकाओं का अवलोकन किया उसे 'सेल' नाम दिया। आइए, हम विभिन्न क्रियाकलापों के माध्यम से कोशिकाओं की व्यवस्था व कार्यों को समझने का प्रयास करें।

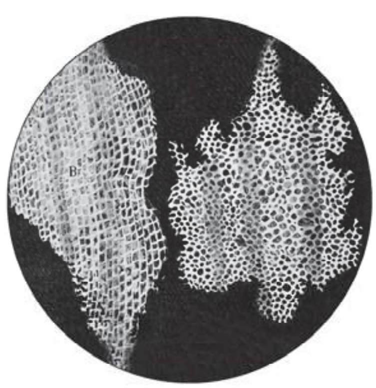
6.1 तरह–तरह की कोशिकाओं का अवलोकन

इन क्रियाकलापों में आपको ब्लेड, स्लाइड, कवर स्लिप, माचिस की तीली, रियो की पत्ती, आइस्क्रीम की चम्मच, लाल स्याही, सूक्ष्मदर्शी की जरूरत होगी।

क्रियाकलाप–1

माचिस की तीली की काट में कोशिकाओं का अवलोकन

माचिस की तीली की काट देखने के लिए माचिस की एक तीली लेकर एक घंटा पानी में भिगो कर रखें। अब ब्लेड से इसकी पतली काट लेकर एक स्लाइड पर पानी की बूँद में रखें, कवर स्लिप से ढकें और सूक्ष्मदर्शी के निम्न आवर्धन में ही इसका अवलोकन करें। जैसा दिखाई दे रहा है उसका चित्र बनाएँ।



चित्र क्रमांक –1 : कॉर्क की काट

अपने बनाए गए चित्र का मिलान पुस्तक में दिए गए चित्र क्रमांक–1 से करें। यह वही चित्र है जिसे रॉबर्ट हुक ने 1665 में कॉर्क की पतली काट को सूक्ष्मदर्शी से देखकर बनाया था।

क्रियाकलाप–2

पत्ती की कोशिकाओं का अवलोकन

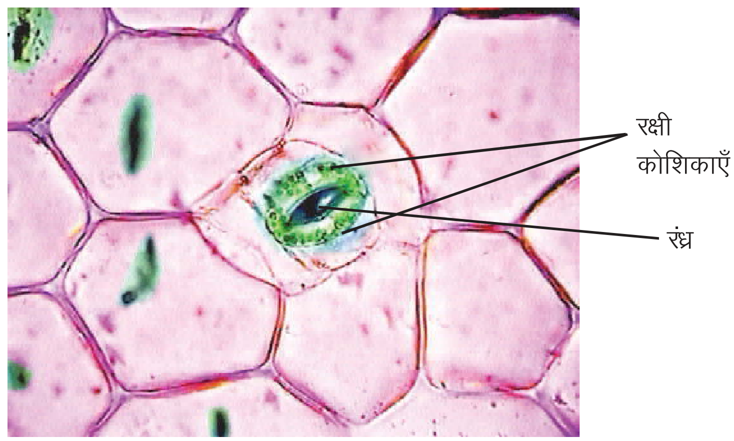
निर्देश : क्रियाकलाप 2 व 4 को एक साथ किया जा सकता है।

रियो की पत्ती की निचली सतह से एक परत निकालकर स्लाइड में रखें। इस पर दो बूँद पानी डालें। कवर स्लिप डालकर उसका अवलोकन सूक्ष्मदर्शी के निम्न आवर्धन से करें एवं चित्र बनाने का प्रयास करें।

चित्र–2 से अपने चित्र का मिलान करें और निम्नलिखित सवालों के जवाब ढूँढें–

- क्या सारी कोशिकाएँ एक समान हैं?
- कोशिका में कौन–कौन से भाग दिखाई दे रहे हैं?

यह क्रियाकलाप आप जिमीकंद अथवा जासौन (गुड़हल) या अन्य किसी माँसल पत्ती से भी कर सकते हैं। इसके लिए पत्ती की निचली सतह की परत निकालकर लाल स्याही/आलता/ सेफ्रेनिन के हल्के घोल से अभिरंजित कर स्लाइड बनानी होगी।

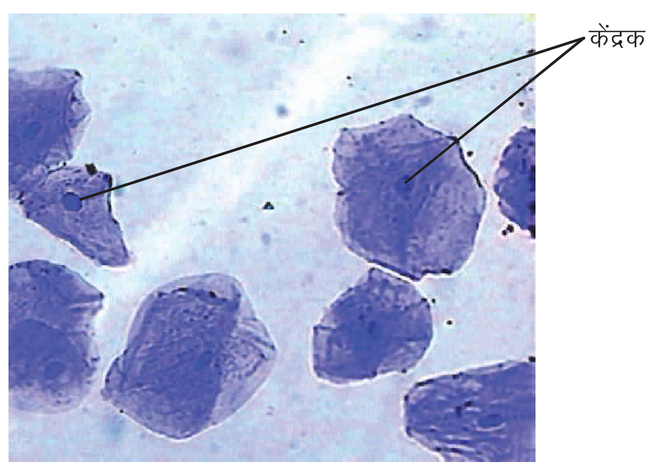


चित्र क्रमांक–2 : रियो की पत्ती की निचली सतह में कोशिकाओं की व्यवस्था

क्रियाकलाप–3

गाल की कोशिकाओं का अवलोकन

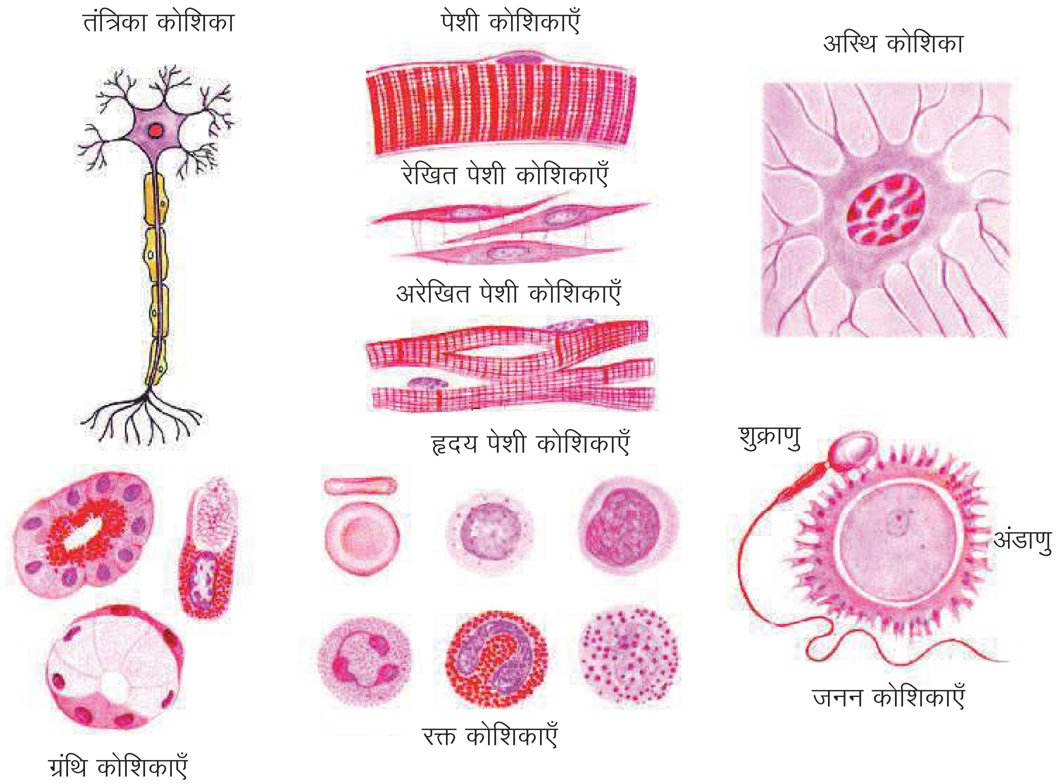
यह क्रियाकलाप शिक्षक की उपस्थिति में ही करें। गाल की अंदर की सतह को आइस्क्रीम के चम्मच से खुरचकर स्लाइड पर फैलाएँ। ध्यान रहे कि गाल को कठोरता से न खुरचें। स्लाइड पर पानी की एक बूँद डालें। इसके बाद दो बूँद लाल स्याही/आलता/सेफ्रेनिन के तनु घोल की डालें और कवर स्लिप लगाएँ। फिर सूक्ष्मदर्शी के निम्न आवर्धन से देखें तथा चित्र बनाएँ।



चित्र क्रमांक–3 : गाल की कोशिकाएँ (नीली स्याही से रंग किया हुआ)

- गाल की कोशिकाओं एवं पत्ती की कोशिकाओं में क्या–क्या समानताएँ हैं?
- गाल की कोशिकाओं एवं पत्ती की कोशिकाओं में कोई एक भिन्नता लिखें।

कोशिकाएँ देखने के लिए हमें अक्सर सूक्ष्मदर्शी की मदद लेनी पड़ती है। मगर नींबू, संतरा जैसे फलों में रस भरा एक छोटा भाग, मछली और मुर्गी के अनिषेचित अंडे इत्यादि कोशिकाएँ हैं जिन्हें हम बिना सूक्ष्मदर्शी से भी देख सकते हैं। यहाँ तरह–तरह की कोशिकाओं के चित्र दिए गए हैं इनका भी अवलोकन करें।



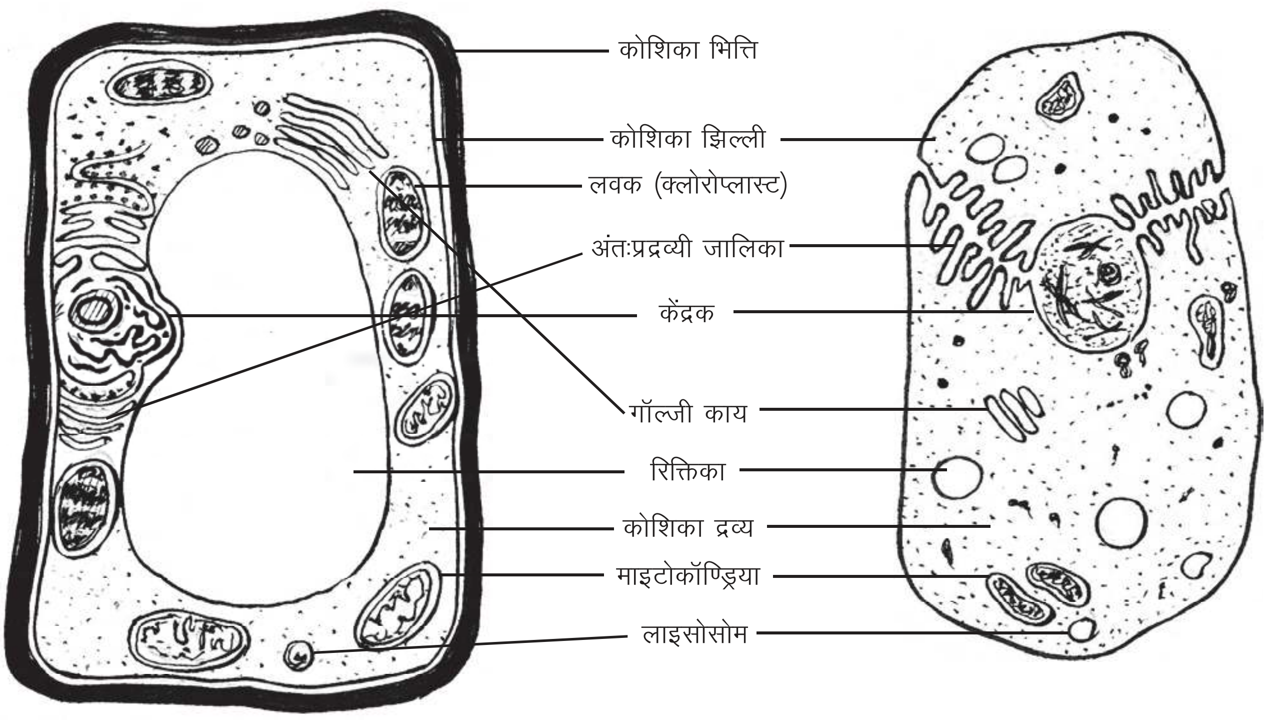
चित्र क्रमांक–4 : विभिन्न प्रकार की कोशिकाएँ

- इन कोशिकाओं में आपको किस–किस प्रकार के अंतर दिखाई दिए?

यह आश्चर्य की बात है कि इतने अंतर के बावजूद चाहे एककोशिकीय जीव हो या बहुकोशिकीय, इनमें सारी मूल जैविक–क्रियाएँ (पोषण, श्वसन, प्रजनन, उत्सर्जन आदि) कोशिका में चलती रहती हैं। बहुकोशिकीय जीवों में अलग–अलग कोशिकाएँ या कोशिकाओं के समूह आपसी समन्वय से जैविक क्रियाओं को संपन्न करते हैं।

6.2 कोशिकाओं का अध्ययन–प्रारूपिक कोशिका (The typical cell)

वैज्ञानिकों ने कोशिका की कुछ बुनियादी समानताओं को ध्यान में रखकर कोशिका का मॉडल बनाया जिसे हम प्रारूपिक कोशिका कहते हैं। पादप और जंतु कोशिका के प्रारूपिक नामांकित चित्र इस प्रकार हैं।



(अ) प्रारूपिक पादप कोशिका (ब) प्रारूपिक जंतु कोशिका

चित्र क्रमांक–5

- आपको दोनों कोशिकाओं में क्या–क्या समानताएँ दिखाई दे रही हैं?
- पादप कोशिका में पाये जाने वाले कोई एक कोशिकांग को ढूँढिए जो कि जंतु कोशिका में दिखाई नहीं दे रहा है।

विभिन्न स्रोतों से प्राप्त जानकारी के आधार पर प्रारूपिक चित्रों को बनाया जाता है। उनमें अब तक की जानकारी के अनुसार मुख्य अंगों को इस प्रकार दर्शाया जाता है कि हमें कोशिका की संरचना का आभास मिले। आजकल कई वैज्ञानिक तो एककोशिकीय जीव को ही प्रारूपिक कोशिका मानकर अध्ययन करते हैं। इससे उन्हें कोशिका के जीवंत क्रियाशील रूप का भी आभास मिलता है। चाहे हमें अपने शरीर के अंदर की सभी कोशिकाओं का अध्ययन करना हो या अन्य किसी जीव का, किसी न किसी प्रारूपिक चित्र की आवश्यकता होती ही है।

क्या आप जानते हैं?

महज़ दो सौ साल में हमने ऐसे सूक्ष्मदर्शी का निर्माण किया है जिससे हम किसी कोशिका को दस गुना से लेकर 5 लाख गुना बड़ा करके देख सकते हैं। अभिरंजन तकनीक भी इतनी विकसित हो गई है कि कोशिकाओं की कार्य प्रणाली की विस्तृत जानकारी हमें मिल रही है। कोशिकाओं की संरचना एवं कार्य बहुत जटिल हैं तथा उनकी जानकारी अभी भी अधूरी है और उन पर शोध जारी हैं।

वैसे यह आवश्यक नहीं कि एक प्रारूपिक पादप या जंतु कोशिका में दिखाई गई सभी रचनाएँ एक साथ सभी कोशिकाओं में पाई जाए। कोशिका में उनके कार्यों के आधार पर कोशिकांगों की उपस्थिति व संख्या में विविधता देखने को मिलती है। कोशिकांगों की संख्या को भी प्रारूपिक कोशिका में दर्शाया नहीं जाता है। जैसे किसी पादप कोशिका में यदि सौ क्लोरोप्लास्ट हों तो प्रारूपिक कोशिका में कुछ एक क्लोरोप्लास्ट को ही दर्शाया जाता है। कुछ कोशिकांग जरूर समस्त कोशिकाओं में पाए जाते हैं, पर सभी नहीं। प्रारूपिक पादप कोशिका में सदैव क्लोरोप्लास्ट दिखाई देंगे परंतु वास्तव में सभी पादप कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट उपस्थित हो जरूरी नहीं है। इसी प्रकार प्रारूपिक कोशिका में विभिन्न कोशिकांग के आकार के अनुपात का ध्यान नहीं रखा गया है। यदि हम एक कोशिका का पैमाने के आधार पर प्रारूपिक चित्र बनाएँगे तो उसमें कोशिका एवं उसके कोशिकांगों में संबंध कुछ इस प्रकार का होगा। यदि कोशिका का व्यास 30 मीटर का हो तो लगभग 6 मीटर का केंद्रक, लगभग 1 मीटर का माइटोकॉण्ड्रिया और राइबोसोम जैसे छोटे–छोटे अंग लगभग 1 सेमी. के होंगे। ये अनुपात अलग–अलग कोशिकाओं में भिन्न–भिन्न होते हैं। अतः प्रारूपिक कोशिका का चित्र एक व्यवस्था का निरूपण मात्र है।

6.3 कोशिका का संगठन (Organization of cells)

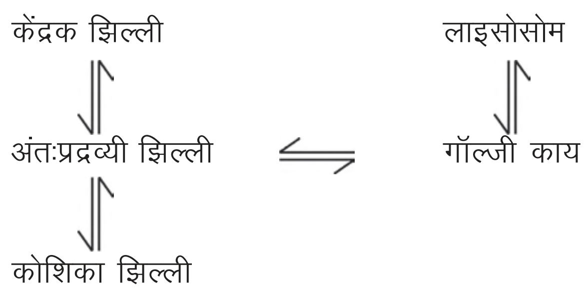
U2DR1K

कोशिका का अपना एक ढाँचा होता है जो अक्सर बदलता रहता है। हम आज तक यह जान पाए हैं कि कोशिका के कई अंग कोशिका झिल्ली से ही बने हैं। हम उनका अध्ययन अंतःझिल्ली तंत्र के अंतर्गत करेंगे। कुछ अंग ऐसे हैं जो कोशिका में किसी अन्य जीव के प्रवेश करने और कोशिका के साथ उसकी सहजीविता से बने। ऐसे अंगों का हम अंतःसहजीविता के अंतर्गत अध्ययन करेंगे।

- कोशिका के अंगों में किस प्रकार के संबंध हैं? सोचकर लिखें।

6.4 अंतःझिल्ली तंत्र और कोशिकांग (Endomembrane system and cell parts)

इसके अंतर्गत कई भाग जैसे अंतःप्रद्रव्यी जालिका, गॉल्जी काय, लाइसोसोम, कोशिका झिल्ली, केंद्रक झिल्ली इत्यादि आते हैं। ये कोशिकांग एक झिल्लीबद्ध आवरण से घिरे रहते हैं जिसकी गुहा या अन्दर का स्थान बाह्य कोशिका द्रव्य से अलग होता है। ये कोशिकांग एक दूसरे से विभिन्न तरह से संबंध बनाए रहते हैं, चित्र क्रमांक–6 में ऐसा एक संबंध दर्शाया गया है। इसी में इनसे होकर गुजरने वाले पदार्थों के आवागमन की व्यवस्था को भी दर्शाया गया है। तीरों की दिशा दर्शाती है कि पदार्थों के आवागमन की प्रक्रिया दोनों दिशाओं में चलती है।



चित्र क्रमांक–6 : अंतःझिल्ली तंत्र के विभिन्न कोशिकांगों में अन्तर्संबंध

- कोशिका में कोशिका झिल्ली तक पदार्थों के आवागमन के किन्हीं तीन मार्गों को लिखें।

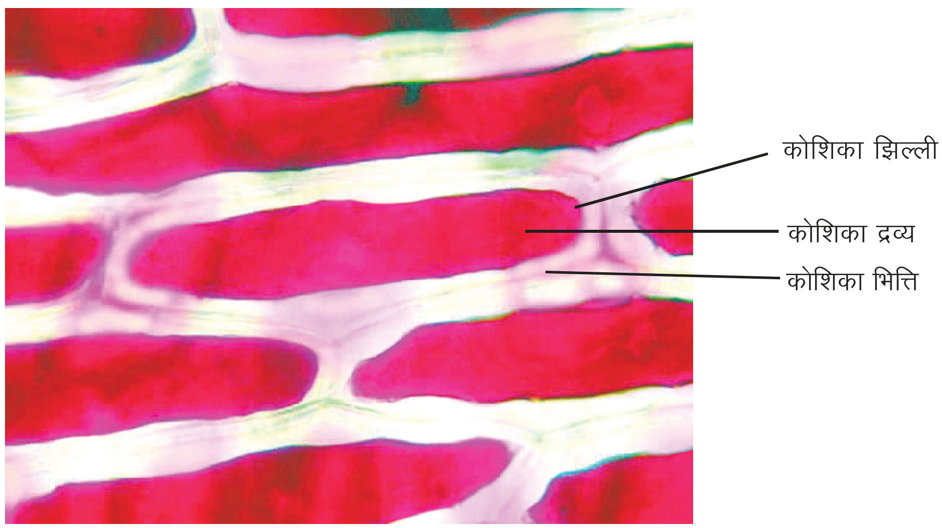
आइए, हम इस तंत्र के विभिन्न कोशिकांगों की संरचना को और गहराई से जानने का प्रयास करते हैं।

6.4.1 कोशिका झिल्ली (Cell membrane)

क्रियाकलाप–4

कोशिका झिल्ली का अवलोकन

शक्कर का सांद्र घोल बनाएँ (यानी 2 चम्मच शक्कर आधे कप पानी में घोल लें) इस घोल की 2 बूँदें रियो की पत्ती की निचली सतह की परत पर डालें। इसके लिए आप नई स्लाइड भी बना सकते हैं या क्रियाकलाप–2 में बनी स्लाइड का उपयोग भी कर सकते हैं। इस स्लाइड को 5 मिनट के लिए रख दें। फिर इसे सूक्ष्मदर्शी से देखें।



चित्र क्रमांक–7 : रियो की कोशिका में कोशिका द्रव्य कुंचन

क्या गुलाबी रंग कोशिका के एक हिस्से में सिमट गया है? कोशिका के गुलाबी रंग वाले हिस्से की बाहरी सीमा ही कोशिका झिल्ली है, प्रारूपिक कोशिका में भी इसे देखने का प्रयास करें। यह बाह्य आवरण यानी कोशिका भित्ति से दूर हो गई है। इस अवस्था को कोशिका द्रव्य कुंचन कहते हैं।

- कोशिका द्रव्य संकुचित कैसे हुआ होगा?

इसका एक कारण कोशिका में से पानी निकल जाना है। मगर क्या यहाँ पानी की सांद्रता से जुड़ी हुई कोई प्रक्रिया चल रही है? सोचिए, कि अगर कोशिका के बाहर पानी की सांद्रता कम हो (चीनी के सांद्र घोल में कोशिका द्रव्य से कम पानी है) तो ज्यादा सांद्रता से कम सांद्रता की तरफ पानी का बहाव होगा। ऐसे ही जब सांद्रता के अंतर के कारण द्रव्यों का बहाव किसी झिल्ली के माध्यम से होता है तो उसे परासरण कहा जाता है। कोशिका

झिल्ली कोशिका द्रव्यों के आवागमन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। कोशिका झिल्ली की रचना इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से ही देखी जा सकती है। यह मुख्य रूप से वसा एवं प्रोटीन की बनी होती है तथा यह लचीले स्वभाव की होती है। कोशिका झिल्ली कोशिका का आकार और उसकी सीमा का निर्धारण करती है तथा सुरक्षा का कार्य करती है। कोशिका झिल्ली से कोशिका के अंदर और बाहर के वातावरण में पदार्थों का चयनित रूप से आवागमन होता है। इसलिए इसे चयनात्मक पारगम्य झिल्ली कहते हैं।

- कोशिका झिल्ली चयनात्मक झिल्ली नहीं होती, तो इसका कोशिका पर क्या प्रभाव पड़ता?

क्या आप जानते हैं?

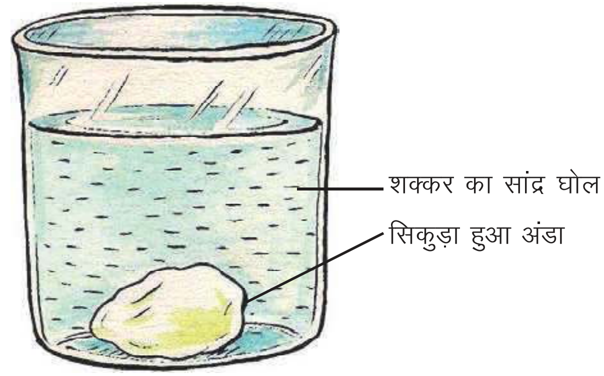
प्रत्येक कोशिका झिल्ली पर ऐसे पहचान चिह्न होते हैं जिनकी मदद से कोशिकाएँ एक–दूसरे को पहचानती हैं। इसका सजीवों के जीवन में बहुत महत्व है। जैसे कि जंतुओं में शुरूआती परिवर्धन के समय नई–नई कोशिकाएँ बनती हैं और एक जगह से दूसरी जगह स्थानांतरित होती हैं। उस समय कोशिका झिल्ली के पहचान चिह्न के आधार पर ही कोशिकाएँ एक दूसरे को पहचान लेती हैं। इस तरह से इनके बीच जुड़ाव बनता है और यही जुड़ाव ऊतकों तथा अंगों के बनने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके अलावा सजीव के शरीर में यदि कोई बाहरी कोशिका आ जाए तो शरीर की कोशिकाएँ उसे अन्य (विजातीय) कोशिका के रूप में पहचान पाती हैं।

हमने क्रियाकलाप–4 में पादप कोशिका में कोशिका द्रव्य कुंचन का अध्ययन किया है। इसी क्रियाकलाप में हमने पादप कोशिका में कोशिका झिल्ली और कोशिका भित्ति को देखने का भी प्रयास किया। चलिए, अंडे के प्रयोग से हम जंतु कोशिका की झिल्ली का भी अवलोकन करें।

क्रियाकलाप–5
अंडे की झिल्ली का अवलोकन

इस क्रियाकलाप के लिए हमें अंडा, सिरका, शक्कर का सांद्र घोल, बीकर, पानी की जरूरत पड़ेगी।

अंडे को सिरके में 4–5 दिनों तक रखें। समय–समय पर उसे घुमाते रहें। जिससे अंडे के ऊपर का कवच जो कैल्शियम कार्बोनेट का बना होता है वह घुलकर हट जाए। इसके बाद अंडे के ऊपर पतली झिल्ली दिखने लगेगी। यही कोशिका झिल्ली है। शक्कर का सांद्र घोल बीकर में लें। इस अंडे को बीकर में रख दें। लगभग 10 मिनट के बाद इसका अवलोकन करें।



चित्र क्रमांक–8 : शक्कर के सांद्र घोल में रखा हुआ कवच रहित अंडा

- देखिए इस अंडे में क्या परिवर्तन हुआ? परिवर्तन का क्या कारण हो सकता है?

6.4.2 कोशिका भित्ति (Cell wall)

जैसा कि आप जान चुके हैं, कोशिका भित्ति पादप कोशिकाओं की एक अनूठी विशेषता है। जहाँ जंतु कोशिकाओं में बाहरी परत केवल कोशिका झिल्ली होती है वहीं पौधों की कोशिकाओं में कोशिका झिल्ली के बाहर मुख्यतः सेलुलोज से बनी एक मजबूत परत पाई जाती है जिसे कोशिका भित्ति कहते हैं। जंतु और पादप कोशिकाओं में यह एक प्रमुख अंतर माना जाता है।

यह कठोर अथवा लचीली, छिद्रमय परत होती है जो कोशिका को एक निश्चित आकार व सुरक्षा प्रदान करती है। जीवित कोशिकाओं से ही इस परत का निर्माण होता है। माचिस की तीली या रॉबर्ट हुक के कॉर्क के अवलोकन में जो संरचना दिखाई दी, वह भित्ति ही है जो कोशिका के मृत हो जाने पर भी दिखती रहती है।

- कोशिका झिल्ली और कोशिका भित्ति में क्या अंतर है?
- पादप कोशिकाओं में कोशिका भित्ति की क्या भूमिका होगी?

6.4.3 कोशिका द्रव्य (Cytoplasm)

कोशिका झिल्ली से कोशिका द्रव्य की बाहरी सीमा तय होती है। किसी भी कोशिका में इस द्रव्य में ही कोशिका के अन्य अंग पाए जाते हैं, जैसे– माइटोकॉण्ड्रिया, लवक, अंतःप्रद्रव्यी जालिका, केंद्रक आदि। अर्थात् कोशिका द्रव्य एक आधार द्रव्य है, जिसमें संचित पदार्थ, स्रावी पदार्थ व अपशिष्ट पदार्थ आदि पाए जाते हैं। कोशिका द्रव्य में आमतौर पर पानी की मात्रा अधिक होती है।

6.4.4. केंद्रक (Nucleus)

रॉबर्ट ब्राउन ने सन् 1831 में कोशिका के मध्य में जिस संरचना को देखा उसे न्यूक्लियस (केंद्रक) नाम दिया। यह कोशिका का एक महत्वपूर्ण अंग है।

- चित्र क्रमांक–5 अ और ब के आधार पर बताएँ कि क्या सभी कोशिकाओं में केंद्रक मध्य में स्थित होता है?
- रॉबर्ट हुक ने पादप और जंतु कोशिका में से किस प्रकार की कोशिका का अध्ययन किया होगा?

> **क्या आप जानते हैं?**
>
> स्तनधारियों की लाल रक्त कोशिकाओं एवं पौधों के फ्लोएम ऊतक की एक प्रकार की कोशिकाओं में केंद्रक नहीं होते। असल में इनमें शुरूआत में तो केंद्रक होते हैं, मगर जल्दी ही नष्ट हो जाते हैं जिससे पदार्थों के संवहन के लिए ज्यादा से ज्यादा स्थान उपलब्ध हो सके।

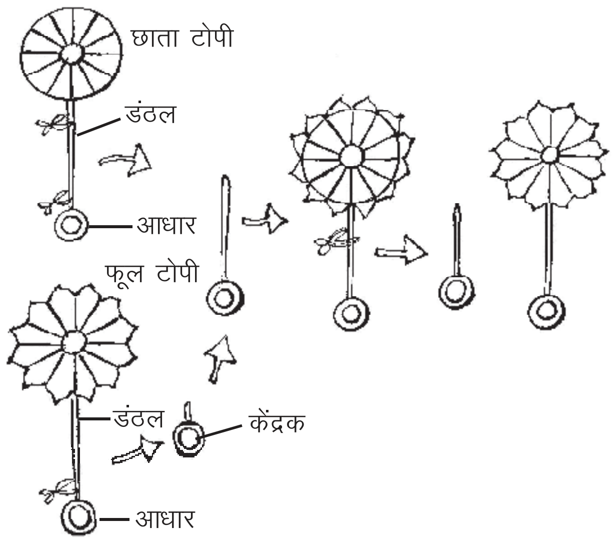
केंद्रक में धागे जैसी रचना होती है जिन्हें क्रोमेटिन कहते हैं। यह मुख्य रूप से आनुवांशिक पदार्थ के बने होते हैं। जैसे ही कोशिका, विभाजन के लिए तैयार होती है ये क्रोमेटिन छड़ों का रूप ले लेते हैं, तब इन्हें गुणसूत्र (क्रोमोसोम) कहते हैं। माता–पिता से अगली संतति में आनुवांशिक गुण इन्हीं संरचनाओं से जाते हैं।

केंद्रक, कोशिका के सभी कार्यों का संचालन एवं नियंत्रण करता है और जीवों के गुणों का निर्धारण भी करता है। केंद्रक और कोशिकाद्रव्य के बीच एक झिल्ली होती है, जिसे केंद्रक झिल्ली कहते हैं। यह झिल्ली कोशिका झिल्ली जैसी होती है। जीव जगत में वर्गीकरण का एक मुख्य आधार केंद्रक झिल्ली की उपस्थिति है। यदि केंद्रक झिल्ली उपस्थित हो तो यूकेरियोट वर्ग की कोशिकाएँ होंगी अन्यथा प्रोकेरियोट वर्ग की।

क्या आप जानते हैं?

एसिटाबुलेरिया का प्रयोग

केंद्रक ही गुणों का निर्धारण करता है इसका स्पष्ट प्रमाण सर्वप्रथम जर्मन जीव वैज्ञानिक जोकिम हेमरलिंग ने 1934 में एक समुद्री शैवाल एसिटाबुलेरिया पर प्रयोग कर बताया।



यह समुद्री शैवाल एककोशिकीय जीव है। इसके तीन भाग होते हैं– आधार, डंठल, टोपी। अलग–अलग जातियों में टोपी अलग–अलग आकार की होती है, किसी में उल्टे छाते के समान तो किसी में फूल के समान। टोपी काटने पर फिर से टोपी उग जाती है।

हैमरलिंग ने फूल जैसी टोपी वाले शैवाल का केवल आधार लिया और फिर इस पर एक छाता जैसी टोपी वाले शैवाल का डंठल रोप दिया। इससे जो टोपी उगी वह छाते और फूल का मिला जुला रूप थी इसका मतलब यह हुआ कि आधार में उपस्थित कुछ पदार्थ और डंठल में मौजूद कुछ पदार्थ मिलकर इसका रूप तय कर रहे थे। हेमरलिंग ने इस टोपी को भी काट दिया अब की बार जो टोपी उगी वह फूलनुमा थी मतलब अब इसका रूप पूरी तरह आधार पर निर्भर था, अर्थात् आधार से निकला कोई पदार्थ टोपी का रूप तय करता है।

हेमरलिंग यह देख ही चुके थे कि इस शैवाल का केंद्रक आधार में होता है। कई प्रयोगों के आधार पर जीव वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि केंद्रक में उस जीव की हर प्रकार की कोशिका बनाने की जानकारी होती है।

- केंद्रक को कोशिका का नियंत्रण कक्ष क्यों कहा जाता है?

6.4.5 अंतःप्रद्रव्यी जालिका (Endoplasmic reticulum)

चित्र क्रमांक–5 (अ) एवं (ब) को देखें। उसमें झिल्ली युक्त नलिकाओं एवं थैलों का एक बहुत बड़ा जाल है। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से देखने पर यह कहीं खुरदुरी तथा कहीं चिकनी दिखाई देती है। चित्र में भी खुरदुरी और चिकनी अंतःप्रद्रव्यी जालिका दिखाई दे रही हैं। खुरदुरी अंतःप्रद्रव्यी जालिका पर राइबोसोम नामक कोशिकांग होते

हैं जो मुख्य रूप से प्रोटीन संश्लेषण का कार्य करते हैं। चिकनी अंतःप्रद्रव्यी जालिका मुख्यतः वसा बनाने में मदद करती है। यहाँ से बने कुछ प्रोटीन और वसा से झिल्लियों का बनना, मरम्मत आदि कार्य होते रहते हैं।

- किस कोशिकांग के माध्यम से किसी पदार्थ को केंद्रक झिल्ली से कोशिका झिल्ली तक पहुँचाया जा सकता है? (चित्र क्रमांक–6 की मदद लें)

6.4.6 गॉल्जी काय (Golgi body)

गॉल्जी काय का वर्णन 1898 में कैमिलो गॉल्जी ने किया था। यह कई सारी झिल्लियों से मिलकर बना होता है। ये झिल्लियाँ थैलीनुमा रचनाएँ बनाती हैं और इनके आस–पास कुछ द्रव भरी थैलियाँ होती हैं। राइबोसोम पर बने प्रोटीन व अन्य पदार्थ गॉल्जी काय में पहुँचाए जाते हैं। गॉल्जी काय का कार्य पदार्थों के आवागमन से पहले पैकेजिंग करना है। प्रोटीन तथा अन्य पदार्थ थैलीनुमा संरचनाओं से अन्य अंगों तक पहुँचाए जाते हैं।

कोशिका में गॉल्जी काय की संख्या अलग–अलग होती हैं। पदार्थों को स्रावित करने वाली कोशिकाओं में इनकी संख्या ज्यादा होती है।

6.4.7 लाइसोसोम (Lysosome)

कोशिकाओं में कुछ ऐसे पदार्थ पाए जाते हैं जो पूरी कोशिका के लगभग सारे पदार्थों को नष्ट करने की क्षमता रखते हैं। प्रश्न यह है कि फिर ये पदार्थ उस कोशिका को नष्ट क्यों नहीं करते? यह पहेली तब सुलझी जब लाइसोसोम की खोज हुई। यह स्पष्ट हुआ कि ऐसे सारे विनाशकारी पदार्थ लाइसोसोम नामक थैलियों में भरे होते हैं और साधारण परिस्थिति में कोशिका के शेष पदार्थों के संपर्क में नहीं आते। अब आप समझ ही गए होंगे कि जैसे ही कोशिका में हानिकारक पदार्थ बनते हैं लाइसोसोम उसे प्रायः नष्ट कर देते हैं। कभी–कभी विशिष्ट परिस्थितियों में लाइसोसोम फट जाते हैं और उनमें भरे एंजाइम पूरी कोशिका को पचा डालते हैं। इसलिए लाइसोसोम को सुसाइडल बैग या आत्मघाती झोला भी कहते हैं।

- कोई कोशिका पूर्ण रूप से रोग ग्रस्त हो गयी हो तो लाइसोसोम की क्या भूमिका होगी?

6.4.8 रिक्तिकाएँ (Vacuoles)

- चित्र क्रमांक 5 (अ) में पादप कोशिका का कौन–सा अंग बहुत बड़ा सा दिख रहा है?

कोशिका द्रव्य में तरल पदार्थ से भरी कुछ गोलाकार थैलीनुमा रचनाएँ पाई जाती हैं जिन्हें रिक्तिकाएँ कहते हैं। जंतु कोशिकाओं में ये रचनाएँ छोटी–छोटी होती हैं। रिक्तिकाओं में कुछ पदार्थों का संग्रहण होता है।

6.5 अंतःझिल्ली तंत्र की कार्य प्रणाली (Function of the endomembrane system)

आइए, एक उदाहरण की सहायता से इस तंत्र की कार्यप्रणाली को समझने का प्रयास करते हैं। प्रोटीन संश्लेषण की प्रक्रिया के समय राइबोसोम अंतःप्रद्रव्यी जालिका से जुड़ जाते हैं तथा इनमें बनने वाले प्रोटीन

अंतःप्रद्रव्यी जालिका की गुहा में प्रवेश कर जाते हैं। यहाँ से छोटी–छोटी थैलियों में प्रोटीन गॉल्जी काय तक पहुँचाए जाते हैं। गॉल्जी काय इनकी पैकेजिंग का काम करता है। यानी ज्यादा से ज्यादा प्रोटीन को थैलियों में भरा जाता है। यहाँ से ये पदार्थ कोशिका के अन्य भागों जैसे कोशिका झिल्ली, केंद्रक झिल्ली इत्यादि तक भेजे जाते हैं। ये पदार्थ कई कार्य यानी झिल्ली की मरम्मत में, झिल्ली के बनने इत्यादि में काम आते हैं या बाहर स्रावित कर दिए जाते हैं।

उपर्युक्त उदाहरण से हम यह समझ सकते हैं कि कोशिका में संपन्न होने वाले एक कार्य के लिए विभिन्न कोशिकांगों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। आइए, कुछ और कोशिकांगों का अध्ययन करें।

6.6 अंतःसहजीविता से बने अंग (Parts formed by endosymbiosis)

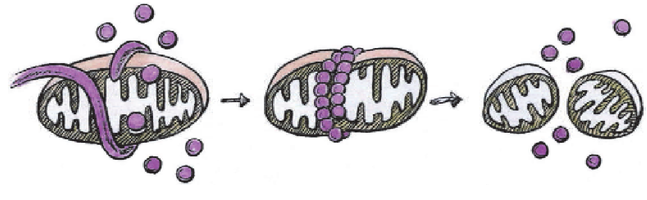
वैज्ञानिकों ने पाया कि कोशिकाओं में कुछ ऐसे जीव प्रवेश कर गए जिनके कोशिका द्रव दोहरी झिल्ली से घिरे थे और उनमें आनुवांशिक पदार्थ उपस्थित थे। समय के साथ ये कोशिका के कार्यों के अभिन्न हिस्से बन गए। माइटोकॉण्ड्रिया एवं क्लोरोप्लास्ट ऐसे ही कोशिकांग हैं। मेजबान (host) कोशिका को माइटोकॉण्ड्रिया के जैसे जीवों से ऊर्जा और क्लोरोप्लास्ट जैसे जीवों से पोषण मिलने लगा। इन जीवों को मेजबान कोशिका से रहने के लिए सुरक्षित स्थान प्राप्त हुआ।

6.6.1 माइटोकॉण्ड्रिया (Mitochondria)

अलग–अलग कोशिकाओं में विभिन्न आकृतियों के माइटोकॉण्ड्रिया होते हैं। जैसे गोल, छड़नुमा, शाखित आदि। ये केंद्रक से करीब 6–10 गुना छोटे होते हैं। एक कोशिका में लगभग 100 से 1000 माइटोकॉण्ड्रिया हो सकते हैं। यदि एक स्तनधारी के लीवर (यकृत) की एक कोशिका का उदाहरण लें और उसमें उपस्थित सारे माइटोकॉण्ड्रिया को मिला दें तो वह उस कोशिका का 15 से 20 प्रतिशत भाग घेर लेगा।

कोशिका की श्वसन क्रिया में माइटोकॉण्ड्रिया की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। ये कोशिका की जैविक क्रियाओं का ऊर्जा स्रोत बने रहते हैं। आनुवांशिक पदार्थों के होने से माइटोकॉण्ड्रिया विभाजित होता है और आनुवांशिक गुण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचते हैं।

क्या आप जानते हैं?



माइटोकॉण्ड्रिया एवं अंतःप्रद्रव्यी जालिका में गत्यात्मक संबंध है। इस संबंध के बारे में हम तब जान पाए जब अंतःप्रद्रव्यी जालिका द्वारा माइटोकॉण्ड्रिया को विभाजित करने के लिए उत्तेजित करते देखा गया। अंतःप्रद्रव्यी जालिका की नलिका के फंदे से माइटोकॉण्ड्रिया दो भागों में विभाजित होते देखे गए हैं। प्रत्येक भाग स्वतंत्र माइटोकॉण्ड्रिया के रूप में कार्य करने में सक्षम रहा।

- किसी भी कोशिका में माइटोकॉण्ड्रिया का ज्यादा संख्या में होना क्यों जरूरी है?

6.6.2 लवक (Plastid)

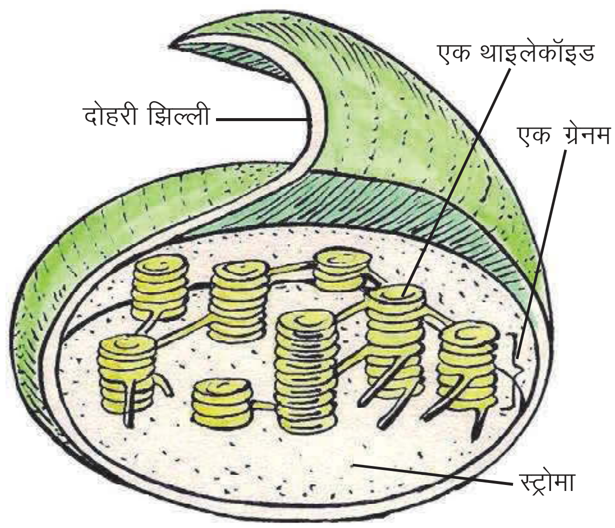
यह कोशिकांग पादप कोशिकाओं में ही पाया जाता है। सामान्यतः जंतु कोशिकाओं में इसका अभाव होता है। वर्णक की उपस्थिति के आधार पर लवक दो प्रकार के होते हैं।

1. रंगहीन लवक– इसमें वर्णक नहीं पाया जाता। यह स्टॉर्च के रूप में भोजन संचित करता है। इसे हम मक्के के बीज, आलू, मूली आदि में देख सकते हैं।

2. रंगीन लवक– इसमें वर्णक पाए जाते हैं। ये कई रंगों के होते हैं। बीज, पुष्प एवं फलों के रंग इनकी उपस्थिति से दिखाई देते हैं। हरे रंग के लवक क्लोरोप्लास्ट कहलाते हैं। ये डिस्कनुमा, अंडाकार, लेंस के आकार के, सीढ़ीनुमा, सितारेनुमा, कुंडलाकार, जालनुमा इत्यादि आकार के होते हैं।

क्या आप जानते हैं?

क्लोरोप्लास्ट का व्यास किसी माइटोकॉण्ड्रिया से लगभग दुगुना होता है। क्लोरोप्लास्ट दोहरी झिल्ली से घिरे होते हैं। दोनों झिल्ली के अलावा एक और झिल्ली पायी जाती है जिससे थैली जैसी संरचना संगठित होती है जिसे थाईलेकॉइड कहते हैं। थाइलेकॉइड सिक्कों के चट्टों की भांति ढेर के रूप में मिलते हैं, जिन्हें ग्रेना कहते हैं। झिल्लियों के बीच भरे पदार्थ को स्ट्रोमा कहते हैं।



क्लोरोप्लास्ट की तीन आयामी संरचना

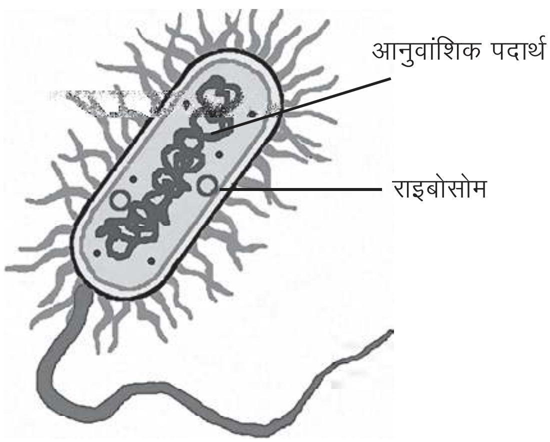
पादप कोशिकाओं में क्लोराप्लास्ट की उपस्थिति से प्रकाश संश्लेषण की क्रिया संपन्न होती है।

- क्लोरोप्लास्ट को कोशिका का रसोईघर भी कहते हैं। सोचिए क्यों?
- अगर माइटोकॉण्ड्रिया नहीं होता तो कोशिका की कार्यप्रणाली में क्या अंतर पड़ता?
- अंतःसहजीविता के अंतर्गत कोशिका में प्रवेश करने वाले जीवों के विशिष्ट गुण क्या थे?

हमने अभी तक यूकेरियोटिक कोशिकाओं का अध्ययन किया है। आइए, हम कुछ प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं की विशेषताओं का भी अध्ययन करें।

6.7 प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं की विशेषताएँ–

ये कोशिकाएँ भी कोशिका झिल्ली एवं कोशिका भित्ति से घिरी रहती हैं। परंतु इनमें कुछ कोशिकांग नहीं पाए जाते हैं। जैसे माइटोकॉण्ड्रिया, अंतःप्रद्रव्यी जालिका, गॉल्जी काय आदि। इनसे संबधित कार्य कोशिका द्रव्य में ही संपन्न होते है। कुछ कार्य कोशिका झिल्ली की अंदरूनी सतह पर भी संपन्न होते हैं। इनमें छोटे आकार वाले राइबोसोम पाए जाते हैं। इसके अलावा प्रकाश संश्लेषण करने में सक्षम बैक्टीरिया में क्लोरोफिल भी होता है। प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में आनुवांशिक पदार्थ अक्सर वृत्ताकार रचना के रूप में होता है। बैक्टीरिया, सायनोबैक्टीरिया दोनों प्रोकेरियोटिक कोशिकाएँ हैं।



(अ) बैक्टीरिया

(ब) सायनोबैक्टीरिया

चित्र क्रमांक–9 : प्रोकेरियोटिक जीव

- अध्याय–1 से सहायता लेकर प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं की अन्य प्रमुख विशेषताओं को लिखें।
- यूकेरियोटिक और प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में कोई दो अंतर लिखें।

कोशिका में कई जैविक प्रक्रियाएँ संपन्न होती हैं, जैसे श्वसन, पोषण, अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन आदि। इन सारी प्रक्रियाओं को करने में कोशिका के सभी अंग एक–दूसरे पर निर्भर रहते हैं। ठीक वैसे ही जैसे कि हमारे शरीर को चलाने में विभिन्न अंगतंत्र मिलकर काम करते हैं। इसलिए कोशिका को सजीवों की क्रियात्मक इकाई कहते हैं।

6.8 कोशिका सिद्धांत (Cell theory)

बहुत समय तक लोगों की यह धारणा थी कि जीवों का निर्माण मिट्टी, हवा और पानी से स्वतः जनन के रूप में होता है। कई सालों तक कई वैज्ञानिकों के शोध के फलस्वरूप इस बात का खंडन हुआ। मगर सवाल था कि वो कौनसी इकाई है जिससे जीव बनते हैं और उनकी

शारीरिक संरचना का निर्माण होता है। आज से लगभग 200 साल पहले जीवन की इस इकाई की खोज की दिशा में कई प्रयास किए जा रहे थे। उनमें से कुछ वैज्ञानिक जैसे मैथियास जैकब श्लीडेन और थियोडोर श्वान तथा रुडोल्फ विरचॉव की बात उल्लेखनीय है।

श्लीडेन और श्वान में से एक वनस्पति वैज्ञानिक थे और एक जंतु वैज्ञानिक। दोनों ने कोशिकाओं का गहन अध्ययन किया और पाया कि कोशिका ही वह इकाई है जिससे जीव का शरीर संगठित होता है।

रूडोल्फ विरचॉव ने लगभग 1855 के आसपास देखा कि कोशिकाएँ विभाजित होती हैं और नई कोशिकाएँ बनाती हैं। श्लीडेन, श्वान तथा विरचॉव के अवलोकनों के आधार पर प्रतिपादित जीव–विज्ञान का महत्वपूर्ण सिद्धांत कोशिका सिद्धांत बना जो इस प्रकार है–

1. सभी सजीव कोशिकाओं, कोशिकाओं के समूह और अंतःकोशिकीय पदार्थों से बनते हैं।
2. कोशिका जीवों की संरचनात्मक और क्रियात्मक इकाई है।
3. सभी कोशिकाएँ पहले से उपस्थित कोशिकाओं से पैदा होती हैं।

ध्यान देने की बात यह है कि कोशिका के नामकरण से लेकर कोशिका सिद्धांत के प्रतिपादन के बीच 200 वर्षों का अंतर रहा।

- कोशिका सिद्धांत, कोशिका के बारे में हमारी समझ को कैसे स्पष्ट करता है अपने शब्दों में लिखें।
- क्या विज्ञान के किसी भी सिद्धांत को किसी व्यक्ति विशेष या दो व्यक्तियों की देन माना जा सकता है? क्यों या क्यों नहीं?

6.9 कोशिकाएँ अक्सर छोटी होती हैं, बड़ी नहीं, क्यों?

कोशिकाओं का आकार अक्सर इतना छोटा होता है कि बिना किसी आवर्धक उपकरण की मदद से इन्हें देख पाना संभव नहीं है।

- क्या आपने कभी सोचा है, कि कोशिकाओं का आकार इतना छोटा क्यों होता है?
- अगर कोशिकाएँ बड़ी होतीं तो क्या होता?
- आकार छोटा होने से कोशिकाओं को क्या–क्या लाभ होते हैं?

हमने पढ़ा है कि कोशिकाओं में विभिन्न पदार्थों जैसे पोषक पदार्थ, उत्सर्जी पदार्थ, विभिन्न गैसों आदि का आवागमन होता है। यह आवागमन कोशिका झिल्ली के सतही क्षेत्र से होता है। विभिन्न पदार्थों का आवागमन, कम दूरी, कम समय में होता है तो ऊर्जा भी कम खर्च होती है। यह तभी संभव है जब कोशिका का आकार छोटा हो। आइए, इसे गणितीय रूप में समझने का प्रयास करें।

यदि कोशिका गोल हो तो कोशिका का व्यास बढ़ाने से उसके सतही क्षेत्रफल में वर्गात्मक गुणक वृद्धि होती है तथा आयतन में घनात्मक गुणक वृद्धि होती है।

सारणी क्रमांक–1 : गोल कोशिका की सतही क्षेत्रफल एवं आयतन के अनुपात का संबंध

अर्धव्यास मिलीमीटर	0.5	1.0	1.5	3.0	3.5
सतही क्षेत्रफल	3.14	12.6	28.2	113.4	153.8
आयतन	0.5	4.1	14.0	112.5	179.0
सतही क्षेत्रफल एवं आयतन का अनुपात–	6:1	3:1	2:1	1:1	0.8:1

उपर्युक्त सारणी के आधार पर निम्नलिखित सवालों के उत्तर दें–

- यदि कोशिका का व्यास बढ़ रहा है तो कोशिका के आयतन एवं सतही क्षेत्रफल में क्या परिवर्तन हो रहा है?
- क्या सतही क्षेत्रफल एवं आयतन के अनुपात का कोशिका के व्यास से कोई संबंध है?

यदि कोशिका का सतही क्षेत्रफल अधिक होगा तो बाहरी वातावरण में उपस्थित पदार्थों के कोशिका से संपर्क की मात्रा भी बढ़ जाएगी।

कोशिका का आयतन बढ़ जाने पर जैविक क्रियाओं को संपन्न करने के लिए अधिक मात्रा में पोषक पदार्थों की आवश्यकता होगी। हमने पढ़ा भी है कि आकार में वृद्धि होने से आयतन की तुलना में सतही क्षेत्रफल में कम वृद्धि होती है। ऐसी स्थिति में कोशिका में पदार्थों के अंतग्रर्हण की माँग सतह द्वारा पूरी नहीं हो पाएगी व जैविक क्रियाओं की गति धीमी हो जाएगी।

इस प्रकार का संबंध विभिन्न आकृति की कोशिकाओं में भी देखा जा सकता है।

आपने कुछ बड़ी कोशिकाओं जैसे पक्षियों के अंडे का योक वाला भाग, मछली के अंडे की कोशिकाओं को देखा होगा। ये कोशिकाएँ अपनी परिपक्व अवस्था को प्राप्त कर चुकी होती हैं। इस अवस्था में इनकी जैविक क्रियाएँ भी धीमी पड़ जाती हैं। अब आप समझ गए होंगे कि आकार में बड़ी होने के बावजूद ये कोशिकाएँ किस प्रकार जीवित रह जाती हैं।

6.10 क्या कोशिकाएँ चपटी ही होती हैं? (Are cells flat)

सामान्यतः जब हम कोशिका को सूक्ष्मदर्शी से देखते हैं तो इसकी संरचना चपटी या द्विआयामी प्रतीत होती है। वास्तव में कोशिका की लंबाई, चौड़ाई तथा मोटाई होती है अर्थात् यह त्रिआयामी होती है। इसकी लंबाई और चौड़ाई हम आसानी से देख सकते हैं पर मोटाई नहीं। इसलिए हमें ऐसा प्रतीत होता है कि कोशिका चपटी होती हैं। कुछ ऐसे उदाहरण हैं जिससे हम कोशिका की मोटाई का अध्ययन कर सकते हैं, जैसे अंडे एवं संतरे की कोशिका से भी हम कोशिका की लंबाई, चौड़ाई एवं मोटाई का आभास प्राप्त कर सकते हैं।

मुख्य शब्द (Keywords)

प्रोकेरियॉट (prokaryote), यूकेरियॉट (eukaryote), कोशिका सिद्धांत (cell theory), केंद्रक (nucleus), माइटोकॉण्ड्रिया (mitochondria), क्लोरोप्लास्ट (chloroplast), लाइसोसोम (lysosome)

हमने सीखा

- कोशिका सजीवों की संरचनात्मक एवं क्रियात्मक इकाई है।
- कोशिका की खोज सर्वप्रथम रॉबर्ट हुक ने की।
- कोशिका के चारों ओर एक लचीली चयनात्मक पारगम्य झिल्ली होती है।
- पौधों की कोशिका झिल्ली के चारों ओर सेलुलोज से बनी हुई कोशिका भित्ति होती है।
- यूकेरियोटिक कोशिका में केंद्रक दोहरी झिल्ली युक्त होता है।
- लाइसोसोम दोहरी झिल्लीयुक्त कोशिकांग है, जिसमें कई प्रकार के पदार्थों के पाचन हेतु एंजाइम पाए जाते हैं।
- गॉल्जी काय में पदार्थों के पैकेजिंग के कार्य संपादित होते हैं।
- माइटोकॉण्ड्रिया कोशिका का ऊर्जा घर है।
- लवक ऐसे कोशिकांग हैं, जो केवल पादप कोशिकाओं में होते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं— रंगीन व रंगहीन।
- क्लोरोफिल युक्त रंगीन लवक को क्लोरोप्लास्ट कहते हैं। इनकी उपस्थिति में पौधे प्रकाश संश्लेषण करते हैं।
- प्रोकेरियोटिक कोशिकाओं में झिल्ली युक्त कोशिकांग अनुपस्थित होते हैं।
- कोशिकाएँ चपटी नहीं होतीं, ये त्रिआयामी होती हैं।
- कोशिका के केंद्रक, माइटोकॉण्ड्रिया एवं लवक में आनुवांशिक पदार्थ पाए जाते हैं।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) ''सेल'' शब्द देने वाले वैज्ञानिक का नाम है–

   (अ) रॉबर्ट हुक (ब) रॉबर्ट ब्राउन

   (स) ल्यूवेन हॉक (द) फ्लेमिंग

   (ii) कोशिका सिद्धांत प्रस्तावित किया–

   (अ) श्लीडेन, श्वान तथा विरचॉव (ब) वाट्सन तथा क्रिक

   (स) डार्विन तथा वैलेस (द) मैंडल तथा मार्गेन

   (iii) एकल झिल्ली निम्नलिखित में पाई जाती है–

   (अ) माइटोकॉण्ड्रिया (ब) क्लोरोप्लास्ट

   (स) लाइसोसोम (द) इनमें से कोई नहीं

   (iv) निम्नलिखित से किस एक की कोशिका भित्ति सेल्युलोज की नहीं बनी होती है–

   (अ) बैक्टीरिया (ब) हाइड्रिला

   (स) आम का वृक्ष (द) केक्टस

   (v) प्रोकेरियोटिक कोशिका में दिखने वाला एक मात्र कोशिकांग है–

   (अ) माइटोकॉण्ड्रिया (ब) राइबोसोम

   (स) लवक (द) लाइसोसोम

2. प्रारूपिक पादप कोशिका का चित्र बनाकर निम्नलिखित अंगों को नामांकित करें–

   (अ) कोशिका भित्ति (ब) केंद्रक

   (स) क्लोरोप्लास्ट (द) रिक्तिका

3. कोशिका झिल्ली और कोशिका भित्ति में एक अंतर लिखें।
4. प्रारूपिक जंतु कोशिका का नामांकित चित्र बनाएँ।
5. प्रोकेरियोटिक कोशिकाएँ, यूकेरियोटिक कोशिकाओं से किस प्रकार भिन्न होती हैं?
6. कोशिका सिद्धांत जीवों की संरचना के बारे में हमारी समझ को स्पष्ट करता है, कैसे? समझाएँ।
7. माइटोकॉण्ड्रिया तथा हरित लवक में दो समानताएँ तथा एक असमानता लिखें।
8. पौधे के उन भागों के नाम लिखें जिनमें रंगीन लवक, हरित लवक एवं रंगहीन लवक पाए जाते हैं।
9. अंतःझिल्ली तंत्र की क्रियाविधि को समझाएँ।
10. कोशिकाएँ प्रायः छोटी होती हैं, क्यों?

11. भोजन पकाने की प्रक्रिया के दौरान हम प्रायः सब्जियों में नमक डालते हैं। नमक डालने के बाद सब्जियों से पानी बाहर निकलता है, ऐसा क्यों होता है, समझाएँ।

12. क्या होगा जब?

    (i) कोशिका में केंद्रक न हो तो।

    (ii) कोशिका की प्लाज्मा झिल्ली फट जाए।

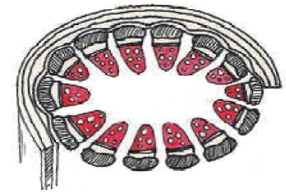
    (iii) रियो की पत्ती को पानी में उबालकर शक्कर के विलयन में डाला जाए।

    (iv) कोशिका से गॉल्जी काय को निकाल दिया जाए।

अध्याय–7

बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक

(Multicelluar Structure : Tissue)



हमने पिछले अध्याय में कोशिका और उसके कार्यों के विषय में विस्तृत अध्ययन किया। हमने यह समझने का प्रयास किया कि सभी सजीव चाहें वे जंतु हों या पौधे कोशिकाओं के बने होते हैं। रॉबर्ट हुक ने कॉर्क की जिस महीन परत को सूक्ष्मदर्शी में देखा था वह वास्तव में बहुत सारी कोशिकाओं का समूह ही था। हुक ने अपने अवलोकनों में कोशिकाओं के समूह के एक सदस्य को 'सेल' नाम दिया था। पौधों एवं जंतुओं के विभिन्न भागों जैसे– पत्ती की सतह, गाल की आन्तरिक सतह, मछली/चूजे की माँसपेशियों आदि को सूक्ष्मदर्शी से देखें तो हमें भी कोशिकाओं के समूह दिखाई देंगे।

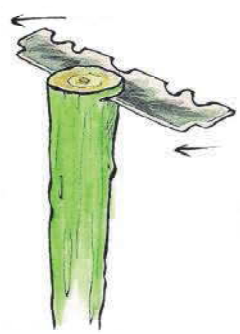
आइए, हम क्रियाकलाप के द्वारा यह जानने का प्रयास करें कि कोशिकाओं के समूह क्या–क्या कार्य करते हैं।

क्रियाकलाप–1

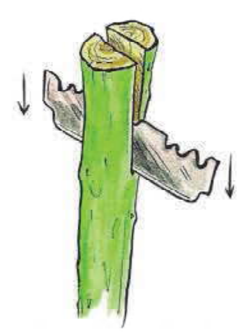
हमें इस क्रियाकलाप को करने के लिए कोमल तने वाला पौधा (जिमीकंद/कैना/ सदाबहार/मनीप्लांट/ पुदीना), एक काँच का गिलास, लाल स्याही, कटर या ब्लेड व हैण्डलैंस की आवश्यकता होगी।

चुने गए पौधे की दो शाखाएँ लें। एक शाखा का वह सिरा जो तने से जुड़ा था उसे ब्लेड या कटर की सहायता से समतल कर लें। इस हिस्से का हैंडलैंस से अवलोकन करें। आपने जो कुछ भी देखा उसका चित्र बनाएँ। कटर या ब्लेड की सहायता से इसी शाखा के तने की खड़ी काट का भी अवलोकन करें। अपने अवलोकनों के लिए आप नीचे बने चित्रों की मदद ले सकते हैं।

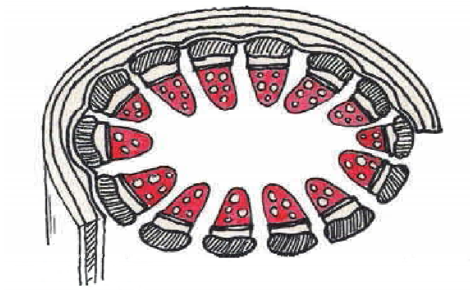
आपकी मदद के लिए–



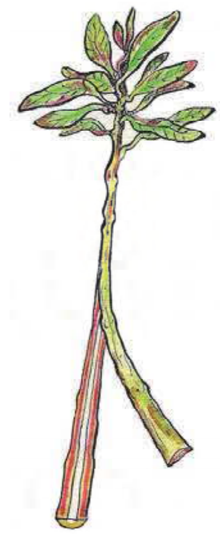
आड़ी काट



खड़ी काट



(अ) आड़ी काट–द्विबीजपत्री पौधे का तना



(ब) खड़ी काट– द्विबीजपत्री पौधे का तना

चित्र क्रमांक–1

अब काँच के एक गिलास को तीन चौथाई पानी से भर लें। इसमें लाल स्याही की इतनी मात्रा मिला दें कि पानी गहरे लाल रंग का हो जाए। गिलास में दूसरी शाखा को खड़ी कर लगभग दो घंटे के लिए सूर्य के प्रकाश में रख दें। दो घंटे बाद इस शाखा के तने की आड़ी व खड़ी काट का अवलोकन करें। इसके लिए आप चित्र 1 (अ) व (ब) की मदद लें।

चित्र क्रमांक–2 : लाल स्याही वाले पानी में डूबी हुई सदाबहार की शाखा

- दोनों अवलोकनों की तुलना करने पर आपको क्या मुख्य अंतर दिखाई दिया?
- आपको क्या लगता है कि दूसरी शाखा का कुछ ही भाग लाल गुलाबी क्यों हुआ?
- क्या हम कह सकते हैं कि जो भाग लाल/गुलाबी हुआ केवल उसी भाग की पानी के संवहन में भूमिका रही हैं?

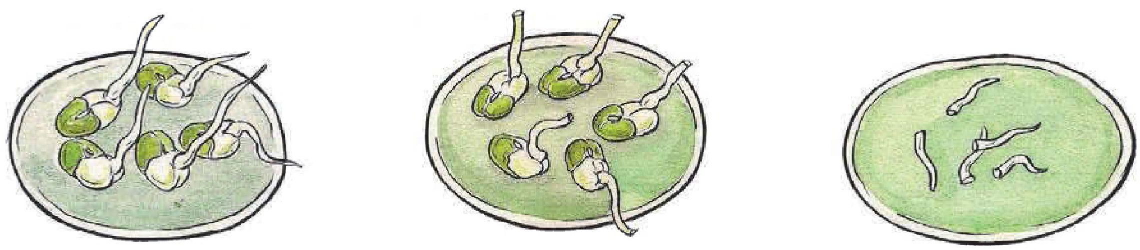
आपने यह भी, अवलोकन किया होगा कि रंगीन भागों की कोशिकाओं की व्यवस्था अन्य भागों की व्यवस्था से भिन्न है। ये कोशिकाएँ पौधों में पानी का संवहन कर रही हैं।

क्रियाकलाप–2

इस क्रियाकलाप को करने के लिए हमें चना/मूंग के लगभग 30 बीज, 4 कटोरियाँ, पानी, सूती कपड़ा व ब्लेड की आवश्यकता होगी।

चने / मूंग के करीब 30 बीज एक कटोरी में लें। इन बीजों को अंकुरित करने के लिए (करीब 6–7 घंटे तक) पानी में भिगो दें। इसके बाद इन बीजों को पानी से निकाल कर एक साफ सूती कपड़े में बाँध कर रख दें। बीज सूखे ना इसके लिए बीच–बीच में कपड़े को पानी से गीला करते रहें। लगभग 2–3 दिनों में बीज अंकुरित हो जाएँगे।

(**निर्देश**– बीजों के अंकुरण की तैयारी शिक्षक व विद्यार्थी पूर्व में ही कर लें।)



(अ) कटोरी (अ) में मूंग के 5 अंकुरित बीज

(ब) कटोरी (ब) में मूंग के 5 अंकुरित बीज जिनके मूलांकुर के सिरे कटे हुए

(स) कटोरी (स) में मूलांकुरों के 5 कटे हुए सिरे

चित्र क्रमांक–3

इनमें से लगभग 10 अंकुरित बीजों को चुनाव कर लें। अब 5–5 अंकुरित बीजों को दो अलग–अलग कटोरियों (अ, ब) में रखें। इन्हें अभी भी पानी से गीला रखें। इन दोनों कटोरियों के बीजों के मूलांकुरों की लंबाई स्केल से माप कर दी गई सारणी में भरें। यदि मूलांकुर सीधे न होकर टेड़े–मेड़े या मुड़े हुए हैं तो आप धागे का उपयोग कर मूलांकुर को माप सकते हैं। यह प्रथम दिन की माप है। अब कटोरी (ब) के बीजों के मूलांकुरों के अंतिम सिरों को लगभग .05 सेमी. काट दें। कटे हुए सिरों को एक अन्य कटोरी (स) में गीला करके संभालकर रख दें। इनका प्रयोग हम क्रियाकलाप 3 में करेंगे। यह ध्यान रहें कि हमें कटोरी (अ) के बीजों को यथावत रखना है।

सारणी क्रमांक–1

मूलांकुरों की लंबाई	कटोरी (अ) के बीज					कटोरी (ब) के बीज				
प्रथम दिन										
पाँचवाँ दिन										

अब हम समय–समय पर दोनों कटोरियों (अ व ब) के बीजों का अवलोकन करते रहेंगे। यह भी ध्यान रखना है कि बीज सूखने न पाएँ। पुनः पाँचवें दिन दोनों कटोरियों (अ व ब) के बीजों के मूलांकुरों की लंबाई माप लें और ऊपर दी गई सारणी में भरें। यह पाँचवें दिन की माप है।

- पाँच दिनों के बाद किस कटोरी के बीजों के मूलांकुरों की लंबाई अधिक है और क्यों?
- जिन बीजों के मूलांकुरों के सिरे काट दिए गए थे क्या उनकी लंबाई में वृद्धि हुई?

क्रियाकलाप–3

इस क्रियाकलाप के लिए हम कटोरी (स) के ताज़े कटे हुए मूलांकुरों का प्रयोग करेंगे। बीजों के मूलांकुरों के अंतिम सिरे को लेकर इसकी स्लाइड तैयार करें। कटे हुए एक मूलांकुर को लेकर स्लाइड में रखें और एक बूँद पानी की डालें। अब इसे लाल स्याही/आलता/सेफ्रेनिन से अभिरंजित करें। इस पर ग्लिसरीन की एक बूँद डालकर इसे कवर स्लिप से ढक दें। यह ध्यान रखें कि हवा के बुलबुलें कवर स्लिप के अन्दर न रहें। अब इस स्लाइड को जलती हुई मोमबत्ती की लौ पर हल्के से गर्म करें। इसे हल्के से दबाएँ ताकि वह चपटा हो जाए। सूक्ष्मदर्शी से स्लाइड का अवलोकन करें। अवलोकन के लिए चित्र 4 की मदद लें। आपने जो देखा उसका चित्र अपनी कॉपी में बनाएँ।

निर्देश : इस क्रियाकलाप के लिए हमें मूलांकुरों के ताज़े कटे सिरे ही चाहिए होंगे। अतः आप क्रियाकलाप 2 के बाद बचे हुए सिरे या अन्य अंकुरित बीजों के मूलांकुरों के सिरों का प्रयोग कर सकते हैं।

चित्र क्रमांक–4 : मूलांकुर के अंतिम सिरे में कोशिकाओं की व्यवस्था

- अ और ब कटोरी में से किसके बीजों में मूलांकुरों की वृद्धि जारी रही?
- मूलांकुरों के सिरे क्या कार्य करते हैं? विचार कर लिखें।

आपने देखा कटोरी ब के बीजों के मूलांकुरों की लंबाई उस सिरे से नहीं बढ़ी जहाँ से उनके अंतिम सिरों को काट दिया गया था, क्योंकि पौधों में वृद्धि करने वाली कोशिकाओं का समूह उसी अंतिम सिरे में था। जबकि अ कटोरी के बीजों के मूलांकुरों की लंबाई में वृद्धि हुई क्योंकि वृद्धि करने वाली कोशिकाएँ यथावत थीं।

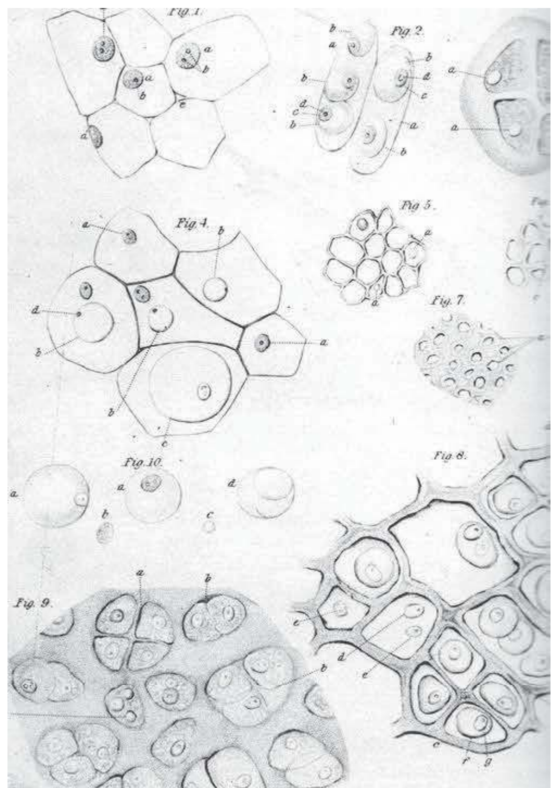
क्रियाकलाप 1, 2 व 3 में हमने देखा कि पौधे में पानी के संवहन के लिए कुछ कोशिकाएँ जिम्मेदार होती हैं तो वृद्धि के लिए दूसरी। हमने यह भी देखा कि इनकी व्यवस्था अन्य कोशिकाओं से भिन्न होती है। अतः हम कह सकते हैं कि सजीवों में कोशिकाएँ एक प्रकार की व्यवस्था में समूह बनाते हुए एक या एक से अधिक कार्यों को संपन्न करती हैं। कोशिकाओं की ऐसी व्यवस्था व समूह को ऊतक के नाम से जाना जाता है।

7.1 हमें ऊतकों के बारे में कैसे पता चला?

1799 में मॉरी फ्रेन्कोइस जेवियर बिछट ने मनुष्यों के शरीर में रोग ग्रसित क्षेत्रों की आंतरिक संरचना से संबंधित अवलोकनों के दौरान आपस में गुंथी हुई संरचनाओं के लिए ''टिश्यू'' यानी ऊतक का नाम दिया। इन्होंने अपनी पुस्तक में इनके बारे में विस्तृत विवरण भी दिया। आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि बिछट ने ऊतकों के अध्ययन में सूक्ष्मदर्शी का उपयोग नहीं किया था। उनका अध्ययन मुख्य रूप से जंतु ऊतकों पर आधारित था। उन्होंने पहले तो ऊतकों को मुख्य रूप से 3 भागों में बाँटा था।

1. वे ऊतक जो रेशे के समान थे उन्हें फाइब्रस कहा।
2. वे ऊतक जो तरल, पानी के जैसे थे उन्हें सिरस कहा।
3. कुछ ऊतक चिपचिपे थे उसे म्यूकस कहा।

उन्होंने इनके और उपसमूह बनाएँ जिनमें 21 अन्य ऊतकों का विवरण मिलता है। आज के समय में प्रयोग में आने वाले सारे जंतु ऊतकों का नामकरण एवं विवरण बिछट के विवरण से काफी मिलता जुलता है।


चित्र क्रमांक–5 : श्वान द्वारा देखे गए विभिन्न प्रकार के ऊतकों के चित्र

ऐसा नहीं है कि बिछट ही ऊतकों का अध्ययन करने वाले पहले वैज्ञानिक थे। इनसे लगभग एक शताब्दी पूर्व वैज्ञानिकों ने पौधों व जंतु ऊतकों को देखा और उनका विवरण अलग–अलग शब्दावली में उनकी सतह की बनावट, संरचना व कार्यों के आधार पर किया था। इनमें से एक वैज्ञानिक नेहमिया ग्रीव (1641–1712) थे। इन्होंने मुख्य रूप से दो निष्कर्ष प्रतिपादित किए। इनके अनुसार प्रत्येक पौधे में दो प्रकार के जैविक भाग होते हैं। पहला पिथी (मज्जा) दूसरा वुडी (काष्ठीय)। ग्रीव ही वे वैज्ञानिक थे जिन्होंने सर्वप्रथम पतली झिल्ली वाली नर्म, स्पंजी व द्रव से भरी कोशिकाओं को पैरेन्काइमा कहा। श्लीडेन व श्वान (1838) ने भी इस दिशा में अध्ययन किए जो कि ग्रीव के अध्ययन से मिलते–जुलते थे। इन्होंने पक्षी के पंख की आड़ी काट में वैसी ही कोशिकाओं को देखा जैसी ग्रीव ने पौधों की कोशिकाओं में देखा था। श्लीडेन व श्वान ने अपने अध्ययन में यह भी पाया कि शिशु भेड़ के पेट की आंतरिक सतह के ऊतक पैरेन्काइमा से पूरी तरह मिलते हैं।

ऊतकों के बारे में अध्ययन करने वाले एक अन्य वैज्ञानिक नगेली थे। ये वनस्पति शास्त्री थे जिन्होंने फॉर्मेटिव एवं स्टेबल ऊतकों की संकल्पना दी। इन्होंने फॉर्मेटिव ऊतकों को तेजी से वृद्धि करने वाले ऊतक या मेरीस्टेमेटिक नाम दिया। इन्होंने सावधानीपूर्वक अवलोकन किया और पाया कि पौधों की जड़ों व तने के शीर्ष भाग एवं जंतुओं में रक्त व त्वचा में इस प्रकार के ऊतक पाए जाते हैं। इसके साथ ही नगेली ने पौधों में नलिका के जैसे ऊतकों को जो कि पानी, खनिज व भोजन का संवहन करते हैं इन्हें क्रमशः जाइलम और फ्लोएम नाम दिया। ऊतकों के इस समूहीकरण में उन्होंने भोजन व पानी के संवहन की दिशा को आधार माना।

नगेली की तरह श्लीडेन और श्वान ने भी तेजी से वृद्धि करते हुए ऊतकों को देखा और पाया कि इन ऊतकों की कोशिकाएँ छोटी, केंद्रक बड़े व स्पष्ट थे। कोशिकाद्रव्य की मात्रा बहुत कम थी। जैसे–जैसे कोशिकाएँ परिपक्व होती गईं ये कोशिकाएँ आकार में बड़ी, केंद्रक छोटा, पर्याप्त कोशिका द्रव्य और इनकी कोशिका झिल्ली तथा कोशिका भित्ति मोटी होती गई।

इस प्रकार हमने देखा की कैसे अलग–अलग समय में वैज्ञानिकों ने ऊतकों में कोशिकाओं की व्यवस्था को देखा। ऊतकों की संरचना एवं कार्यों का सूक्ष्मता से अवलोकन किया। सभी ने ऊतकों को विस्तार से समझने के लिए उनके व्यवस्था व कार्यों को आधार बनाया। साथ ही सभी वैज्ञानिकों ने ऊतकों को पौधों व जंतुओं दोनों में अध्ययन किया। उन्होंने पौधों व जतुंओं दोनों के ऊतकों में समानता व असमानता को जानने का प्रयास किया। हमारे शरीर में कुछ ऊतक ऐसे हैं जो पौधों के ऊतकों से समानता रखते हैं, ये समानता इतनी अधिक होती है कि अनुभवी वैज्ञानिक भी इनमें अंतर करने में कठिनाई महसूस करते हैं। सामान्यतः जंतु ऊतक परिपक्व पादप कोशिकाओं की तुलना में अधिक कोमल होते हैं। पौधों एवं जंतु दोनों के ऊतकों में कोशिकाओं की व्यवस्था और उनके कार्यों में समानता के आधार पर ही श्लीडेन व श्वान ने कोशिका सिद्धांत का प्रतिपादन किया था।

- कोशिका सिद्धांत के मुख्य बिंदु क्या हैं?

हम भी यदि पौधों व जंतुओं के ऊतकों का गहराई से अवलोकन करें तो पाएँगे कि पौधों में संवहन का कार्य करने वाले और सहारा देने वाले अधिकांश ऊतक मृत होते हैं जबकि जंतुओं में प्रायः ये ऊतक जीवित होते हैं। आमतौर पर पौधों के ऊतकों में विभाजित होने वाले और विभाजित नहीं होने वाले क्षेत्रों में हम आसानी से अंतर कर सकते हैं। उदाहरण के लिए विभाजित क्षेत्रों की कोशिकाएँ छोटी व पतली भित्ति वाली होती हैं जबकि अविभाजित क्षेत्रों की कोशिकाएँ बड़ी व मोटी भित्ति वाली होती हैं। जंतुओं के ऊतकों में इस तरह का अंतर कर पाना मुश्किल है।

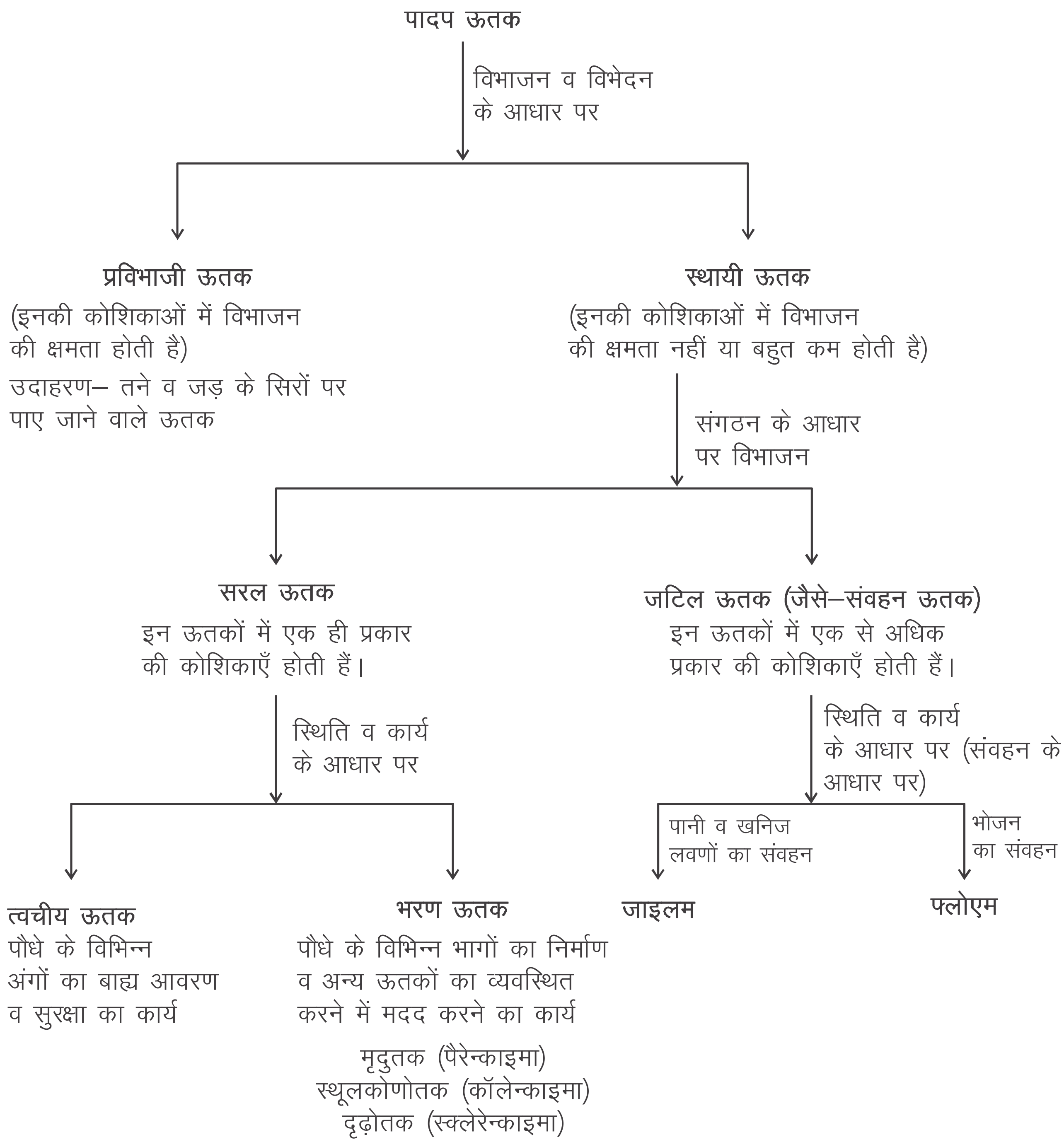
7.2 ऊतकों का समूहीकरण (Grouping of tissues)

हमने पढ़ा कि समय–समय पर वैज्ञानिकों ने पादप व जंतु ऊतकों का अध्ययन किया। इनके विस्तृत अध्ययन के लिए वैज्ञानिकों ने समूहीकरण की प्रक्रिया की सहायता ली। इसमें उन्होंने ऊतकों के कार्यों, स्थिति, संगठन, व्यवस्था व विभाजन क्षमता आदि गुणों को आधार बनाया। अध्ययन की सुविधा की दृष्टि से हम पादप व जंतु ऊतकों को एक साथ समूहीकृत न करके अलग–अलग समूहीकृत कर रहे हैं।

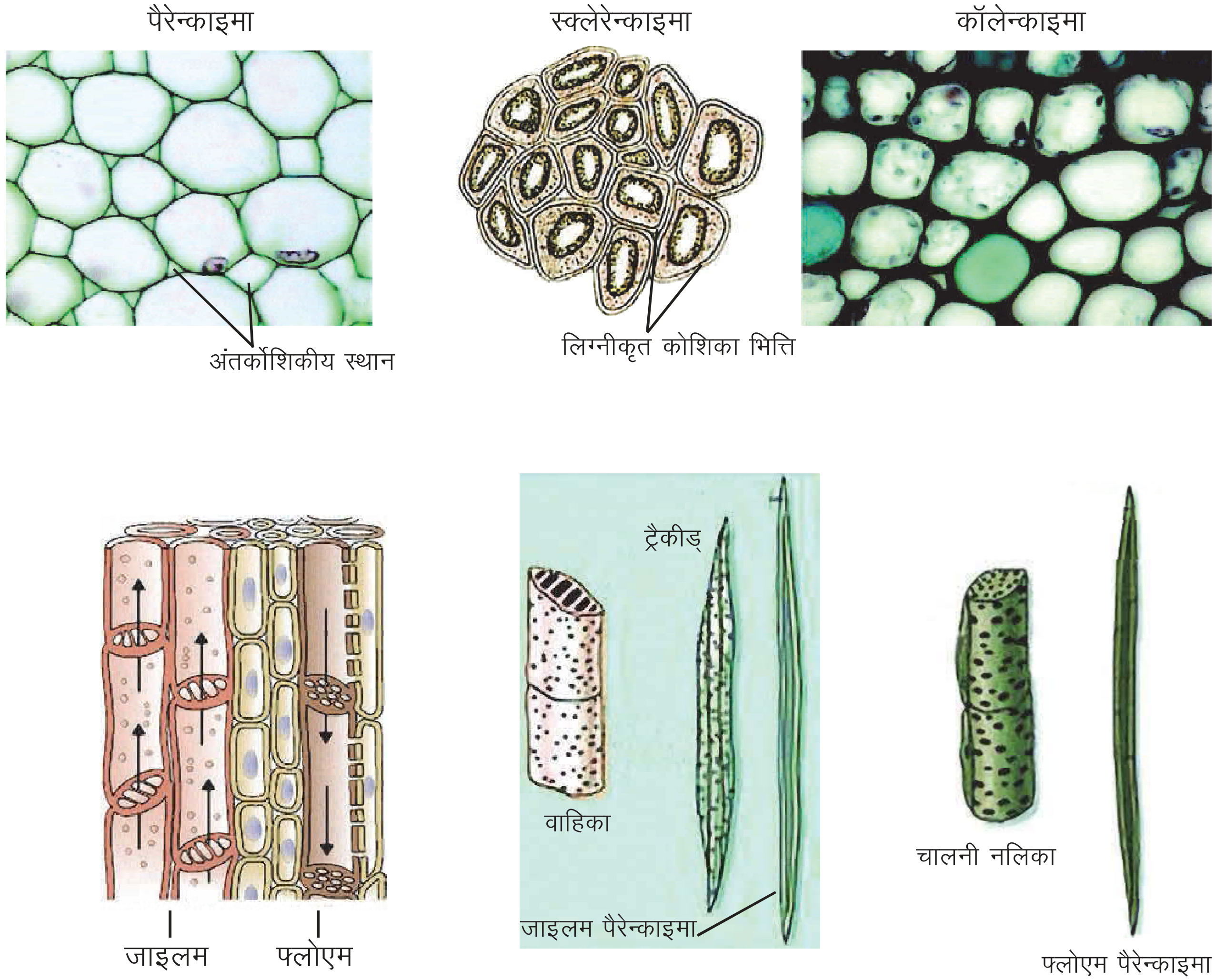
UEJHH3

7.2.1 पादप ऊतकों का समूहीकरण

पादप ऊतकों के समूहीकरण का एक उदाहरण निम्न प्रकार का हो सकता है–



चित्र क्रमांक–6 पादप ऊतकों का समूहीकरण

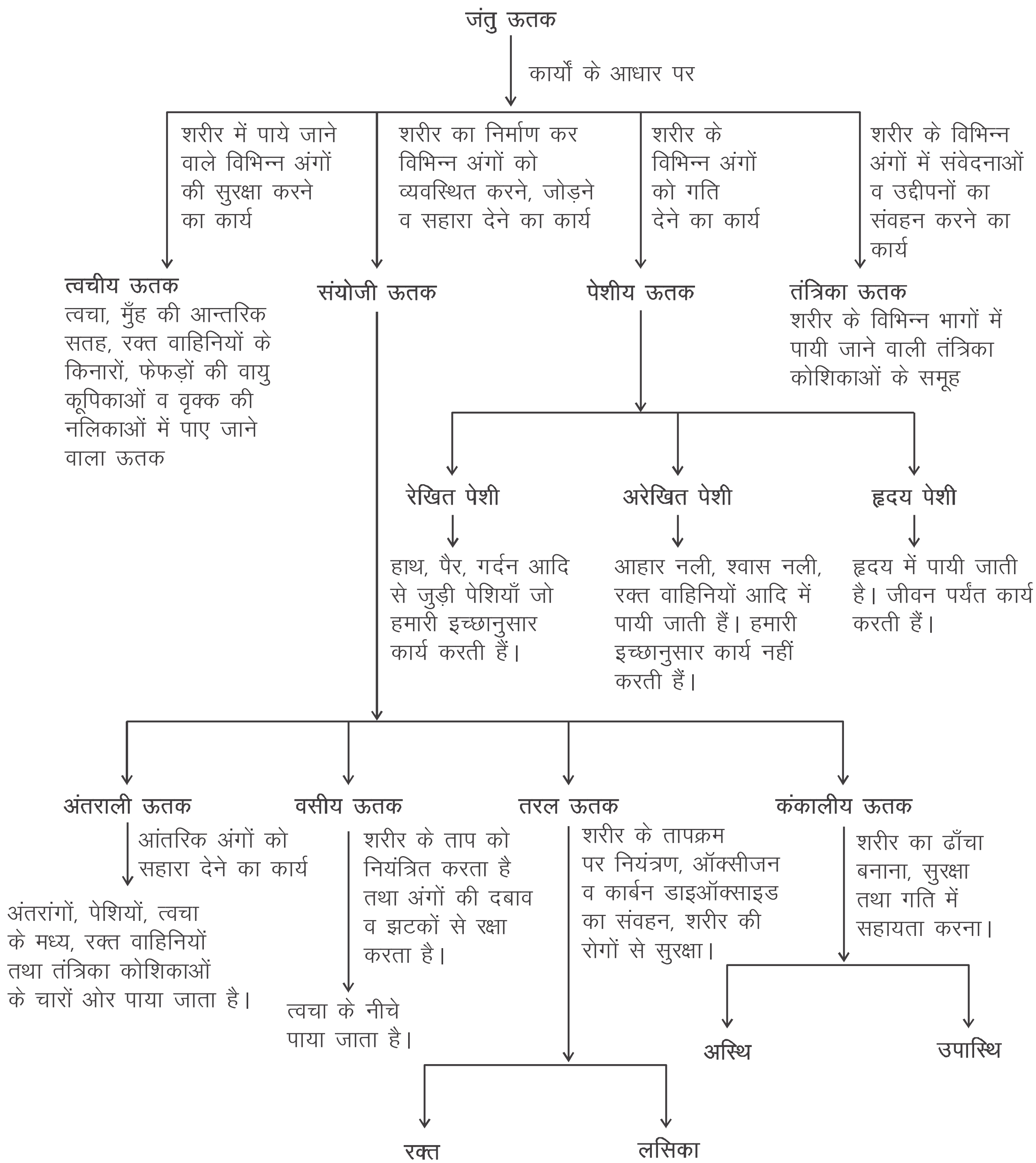


चित्र क्रमांक–7 : विभिन्न पादप ऊतक

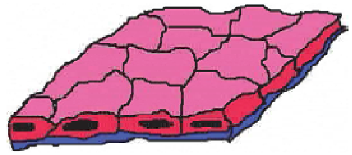
ऊपर दिए गए समूहीकरण की एक सीमा है। जब हम स्थायी ऊतकों को उत्तरोत्तर समूहीकृत करते हैं तो पैरेन्काइमा व कॉलेन्काइमा को स्थायी ऊतक की श्रेणी में रखते हैं। परंतु पैरेन्काइमा व कॉलेन्काइमा भी विभाजन करने की क्षमता रखते हैं। अतः संक्षेप में हम यह कह सकते हैं कि प्रविभाजी ऊतक व स्थायी ऊतक दो भिन्न–भिन्न ऊतक न होकर कोशिकाओं की व्यवस्था के अलग–अलग समय के निरूपण हैं। इसी कारण इन दोनों के मध्य की स्थितियाँ भी पायी जाती हैं। उदाहरणार्थ वे स्थायी ऊतक जिनमें कि विभाजन की क्षमता भी होती है।

7.2.2 जंतु ऊतकों का समूहीकरण (Grouping of animal tissues)

आइए, अब हम जंतु ऊतकों के एक प्रकार के समूहीकरण को समझते हैं–



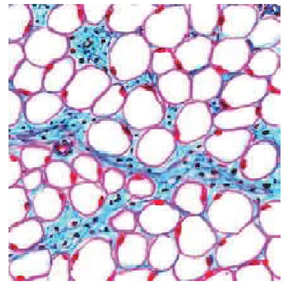
चित्र क्रमांक–8 : जंतु ऊतकों का समूहीकरण



शल्की उपकला ऊतक
(Scaly epithelial tissue)

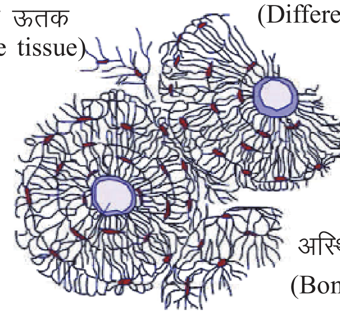
एरिओलर ऊतक

(अ) त्वचीय ऊतक **(Dermal tissue)**



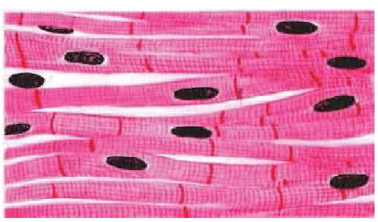
वसामय ऊतक
(Adipose tissue)

विभिन्न रक्त कणिकाएँ
(Different blood cells)

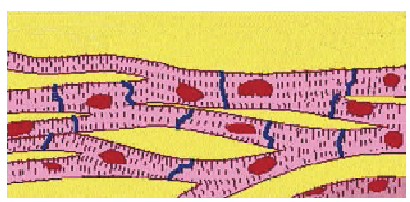


अस्थि ऊतक
(Bone tissue)

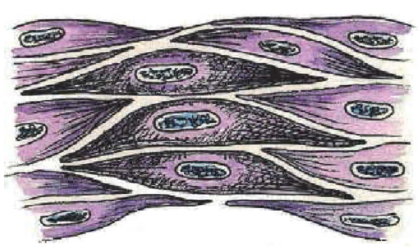
(ब) संयोजी ऊतक **(Connective tissue)**



रेखित पेशीय ऊतक
(Striated muscle tissue)



हृदय पेशीय ऊतक
(Cardiac muscle tissue)



अरेखित पेशीय ऊतक **(unstriated muscle tissue)**

(स) पेशीय ऊतक **(Muscular tissue)**

(द) तंत्रिका ऊतक **(Nervous tissue)**

चित्र क्रमांक–9 : विभिन्न प्रकार के जंतु ऊतक

अभी तक हमने ऊतकों के इतिहास व उनके समूहीकरण के बारे में पढ़ा। आइए, अब हम कुछ ऊतकों का अवलोकन करते हैं।

7.3 पादप ऊतकों का अवलोकन

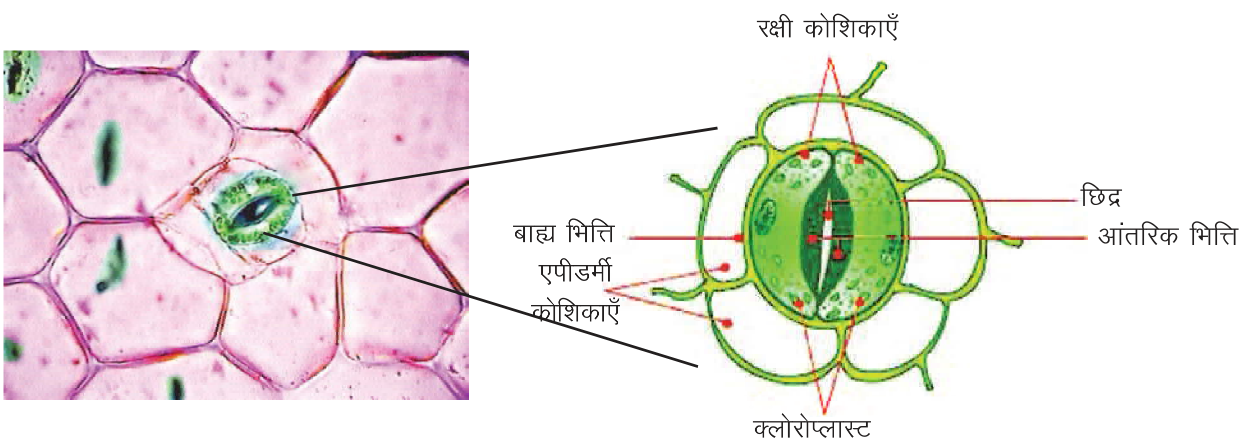
इन क्रियाकलापों को करने के दौरान आप चित्र 7 की मदद लें

क्रियाकलाप–4

7.3.1 त्वचीय ऊतक (Dermal tissues)

पौधों में त्वचीय ऊतक का अवलोकन करने के लिए हम निम्न क्रियाकलाप करते हैं। इसके लिए हमें रियो की पत्ती, सूक्ष्मदर्शी, कवर स्लिप, स्लाइड आदि की आवश्यकता होगी।

- रियो की पत्ती को दबाव लगाकर इस तरह तोड़ें कि पत्ती की निचली सतह की झिल्ली अलग निकल आए।
- इस झिल्ली को स्लाइड पर रखें और एक बूँद पानी डाल कर कवर स्लिप से ढक दें।
- इसका सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करें व इसका चित्र अपनी कॉपी में बनाएँ। अवलोकन के लिए आप चित्र 10 की मदद ले सकते हैं।
- अपने अवलोकनों में कोशिकाओं की व्यवस्था व संरचना के बारे में विस्तार से लिखें।



चित्र क्रमांक–10 : पत्ती की निचली सतह की झिल्ली की कोशिकाएँ एवं रक्षी कोशिकाएँ

- क्या आपको क्लोरोप्लास्ट युक्त कोशिकाएँ दिखाई दीं? दिए गए चित्र की मदद से बताएँ कि इन्हें क्या कहते हैं?

सूक्ष्मदर्शी में जो कोशिकाएँ आपको दिखाई दे रही हैं वे पौधों की सबसे बाहरी परत बाह्य त्वचा या त्वचीय ऊतक है। जंतुओं की त्वचा की तरह इसका भी प्रमुख कार्य रक्षा करना है। अतः इसकी कोशिकाएँ आपस में सटी

हुई होती हैं। जैसा कि आपने अपने अवलोकन में भी देखा होगा। इनके बीच अंतर्कोशिकीय स्थान नहीं होते। प्रायः शुष्क स्थानों पर मिलने वाले पौधों को यह सूखने से बचाती है। जलीय पौधों में मोम जैसी प्रतिरोधी सतह बनाती है। स्लाइड में आपको कोशिकाओं से अलग अन्य प्रकार की रचनाएँ भी दिखाई दी होंगी। इन्हें रंध्र कहते हैं। रंध्र को दो वृक्क के आकार की कोशिकाएँ घेरे होती हैं, ये रक्षी कोशिकाएँ कहलाती हैं। ये कोशिकाएँ वायुमंडल से हवा का आदान–प्रदान करने के लिए सहायक हैं। वाष्पोर्त्सजन (वाष्प के रुप में पानी का पौधों से निकलना) की क्रिया भी रंध्रों के द्वारा होती है।

निर्देश : इस क्रियाकलाप के लिए आप अन्य माँसल पत्तियों का भी उपयोग कर सकते हैं। इस स्थिति में अधिक स्पष्ट अवलोकन के लिए पत्ती की झिल्ली को लाल स्याही/आलता/सेफ्रेनिन से अभिरंजित करना पड़ेगा।

क्रियाकलाप–5

7.3.2 मृदूतक (Parenchyma)

इस क्रियाकलाप के लिए हमें केला, पेट्रीडिश/वॉच ग्लास, डिसेक्टिंग नीडल, आयोडिन विलयन, स्लाइड, कवर स्लिप व सूक्ष्मदर्शी की आवश्यकता होगी।

- डिसेक्टिंग नीडल का उपयोग करते हुए केले के नर्म हिस्सों को निकालें।
- इसे पेट्रीडिश या वॉच ग्लास में रख कर डिसेक्टिंग नीडल की सहायता से मसलें।
- मसले हुए केले का थोड़ा सा हिस्सा लेकर स्लाइड में रखें एवं आयोडीन विलयन की कुछ बूँदें डालें। इस पर कवर स्लिप लगाएँ।
- सूक्ष्मदर्शी में निम्न आवर्धन पर इसका अवलोकन करें। उस भाग को ढूँढें जहाँ कोशिकाएँ अलग हो, न कि एक दूसरे से सटी हुई।
- स्लाइड को आयोडीन से अभिरंजित करने पर कोशिकाओं के अंदर स्थित स्टार्च के कण गहरे–नीले रंग के हो जाते हैं और गुच्छे के रूप में दिखाई पड़ते हैं।
- इस भाग को उच्च आवर्धन पर फोकस कर इन कोशिकाओं की व्यवस्था को देखने का प्रयास करें।
- अवलोकन की गई कोशिकाओं की व्यवस्था का चित्र आप अपनी कॉपी में बनाएँ।

आप पाएँगे कि इन कोशिकाओं में केंद्रक स्पष्ट होता है। कोशिकाएँ छोटी होती हैं। इनमें कोशिका द्रव्य कम व कणिकामय होता है। कोशिका झिल्ली स्पष्ट व बारीक रेखा की तरह होती है। इन कोशिकाओं के बीच रिक्त स्थान (अंतर्कोशिकीय अवकाश) पाया जाता है।

जब पैरेन्काइमा में पर्णहरिम (क्लोरोफिल) पाया जाता है तब इसे क्लोरेन्काइमा कहा जाता है। जलीय पौधों में पैरेन्काइमा की कोशिकाओं के मध्य में बड़ी गुहिकाएँ होती हैं, इसे ऐरेन्काइमा कहा जाता है।

क्रियाकलाप–6

7.3.3 दृढ़ोतक (Sclerenchyma)

इसके लिए हमें नर्म व पके हुए अमरुद / नाशपती, आयोडिन विलयन, स्लाइड, कवर स्लिप व सूक्ष्मदर्शी की आवश्यकता होगी।

- नीडल की सहायता से अमरुद के कुछ नर्म भागों (ऊतकों) को निकाल कर स्लाइड के ऊपर रखें।
- इन ऊतकों पर आयोडिन विलयन की दो बूँदें डालें।
- इन ऊतकों को नीडल की सहायता से मसले ताकि कोशिकाएँ अलग–अलग हो जाएँ।
- सूक्ष्मदर्शी में निम्न आवर्धन पर इसका अवलोकन करें।
- आपको पैरेन्काइमा से घिरी गहरे रंग की रचनाएँ दिखाई देंगी।
- इनमें से एक या दो गहरी रचनाओं पर सूक्ष्मदर्शी में फोकस करें।

स्क्लेरेन्काइमा ऊतक पौधे को कठोर और मजबूत बनाता है। इसकी कोशिकाएँ लंबी, पतली और मृत होती हैं क्योंकि इस ऊतक की भित्ति लिग्निन के जमाव के कारण मोटी होती हैं। लिग्निन कोशिकाओं को दृढ़ बनाने के लिए सीमेंट की तरह कार्य करने वाला एक रासायनिक पदार्थ हैं। कोशिका भित्ति में इसके जमाव के कारण कोशिकाओं के मध्य आंतरिक स्थान नहीं होता है। नारियल के रेशे, संतरों के बीजों का आवरण, सूखी तोरई के रेशे आदि भी स्क्लेरेन्काइमा ऊतक के उदाहरण हैं।

7.4 जंतु ऊतकों का अवलोकन

इन क्रियाकलापों को करने के दौरान आप चित्र 9 की मदद लें।

UF3EQD

क्रियाकलाप–7

7.4.1 त्वचीय ऊतक (Dermal tissue)

- आपने ''जीवन की मौलिक इकाई कोशिका'' अध्याय में गाल के आंतरिक सतह की स्लाइड बना कर सूक्ष्मदर्शी से देखी होगी।
- इसके अलावा आप सिर में पायी जाने वाली रुसी, एड़ी से उतरने वाली चमड़ी आदि को भी सूक्ष्मदर्शी से देखें।
- कोशिकाओं की व्यवस्था व इनके मध्य अंतर्कोशिकीय स्थान को ध्यान में रखते हुए अपने अवलोकनों को लिखें व चित्र भी बनाएँ।

त्वचीय ऊतक अंगों के भीतर और बाहरी ओर पाया जाने वाला एक सुरक्षात्मक कवच है। आपने देखा होगा कि इस ऊतक की कोशिकाएँ पतली केंद्रक युक्त व अपेक्षाकृत सटी होती हैं। कोशिकाओं के बीच स्थान नहीं होता। सुरक्षा के साथ–साथ यह संवहन, स्रवण व मरम्मत आदि कार्य भी करता है।

क्रियाकलाप–8

7.4.2 पेशीय ऊतक (Muscular tissue)

इस क्रियाकलाप के लिए हम ह्रदय की पेशीय कोशिका की स्थायी स्लाइड का उपयोग करेंगे। प्रयोगशाला के स्लाइड बॉक्स में से ह्रदय पेशीय कोशिका की स्लाइड निकालकर उसका सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करें। अपने अवलोकनों को नोट कर चित्र भी बनाएँ। इसके लिए आप चित्र 9 की मदद ले सकते हैं।

- पेशी ऊतक की सहायता से हम कौन–कौन से कार्य संपन्न करते हैं?

जंतुओं के शरीर में होने वाली गतियाँ पेशी ऊतक के कारण ही होती हैं। चाहे यह गति बाहरी अंगों, हाथों, पैरों, गर्दन आदि की हो या आंतरिक अंगों आँत, फेफड़े, ह्रदय आदि की।

7.5 ऊतकों के कार्य (Function of tissues)

अभी तक हमने यह समझने का प्रयास किया कि ऊतक कोशिकाओं के समूह व उनके बाहर पाये जाने वाले वातावरण का सम्मिलित रूप है। इन दोनों की आपसी क्रियाओं के फलस्वरूप ही एक प्रकार के ऊतक एक या एक से अधिक कार्यों को संपन्न कर पाते हैं।

क्या आप जानते हैं?

ऊतक एक प्रकार के द्रव से घिरे रहते हैं, यही द्रव ऊतक के चारों ओर का वातावरण होता है। इस द्रव के संगठन और आयतन में परिवर्तन ऊतक के क्रियाकलापों को प्रभावित करता है। इसके लिए विभिन्न लवणों की निश्चित मात्रा अत्यन्त आवश्यक है। सभी ऊतकों, चाहें वे जंतुओं में हो या पौधों में, को इस द्रव के उचित माध्यम की आवश्यकता होती है। ऊतकों के बीच का द्रव इनके कार्यों के निष्पादन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

प्रायः सभी बहुकोशिकीय पौधे एवं जंतुओं में कोशिका→ऊतक→अंग→अंगतंत्र की व्यवस्था होती है। ये उनके विभिन्न जैविक कार्यों को सम्पादित करते हैं जैसे सजीवों में प्रजनन के लिए एक अलग व्यवस्था और उत्सर्जन के लिए एक अलग। अतः हम यह कह सकते हैं कि पौधों एवं जंतुओं के शरीर में श्रमविभाजन होता है।

उदाहरण के लिए जाइलम एवं अस्थि दोनों ऊतक हैं जो क्रमशः पौधे एवं जंतु को सहारा देने का काम करते हैं। इसके साथ–साथ जाइलम लवणों और पानी का संवहन करते हैं और अस्थियाँ आंतरिक अंगों को सुरक्षा प्रदान करती हैं। किसी भी एक अंग में कम से कम दो ऊतक होते हैं जो विशेष व्यवस्था में संगठित होते हैं और मिलकर एक या अधिक कार्यों को करते हैं। जैसे– पत्ती पौधे का एक अंग हैं व आँख जंतुओं का। पत्ती पर्णहरित की सहायता से प्रकाश संश्लेषण व रंध्रों की सहायता से हवा के आदान–प्रदान का कार्य करती है व आँख देखने का। पौधे के प्रकाश संश्लेषण करने वाले भाग और जंतुओं की आँख में कुछ ऐसी क्षमता है कि वे प्रकाश की सहायता से काम करते हैं। जहाँ पत्ती को प्रकाश संश्लेषण के लिए प्रकाश की आवश्यकता है वहीं आँखों को देखने के लिए।

बहुकोशिकीय जीवों में कुछ ऊतक ऐसे होते हैं जो अतिशीघ्र वृद्धि भी करते हैं और विभाजन की क्षमता भी रखते हैं। ये लगभग शरीर के सभी भागों में उपस्थित होते हैं, उदाहरण के लिए त्वचा और वे सभी ऊतक जो अंगों की आंतरिक सतह बनाते हैं। इसके अलावा कुछ ऊतक ऐसे होते हैं जो शरीर में भरण पदार्थ की तरह कार्य करते हैं। ये रेशेयुक्त ऊतक हैं जैसे जंतु में पेशियाँ और पौधे की संवहन ऊतकों में पाए जाने वाले रेशे। ये दोनों ही सहारा व लचीलापन प्रदान करने के साथ–साथ एक भाग को दूसरे भाग से जोड़ने का कार्य भी करते हैं। इनमें अतिशीघ्र वृद्धि करने की क्षमता भी होती है। जिससे वृद्धि और मरम्मत की प्रक्रिया सरल होती है।

- पादप व जंतु ऊतकों के कार्यों में समानताएँ बताएँ।

क्या आप जानते हैं?

जंतुओं में एक सीमा तक वृद्धि होने के बाद सामान्य कोशिकाओं का विभाजन रुक जाता है। परंतु कुछ कोशिकाएँ ऐसी भी होती हैं, जो अभी भी विभाजित होने की क्षमता रखती है। इन्हें स्टेम कोशिकाएँ कहते हैं। जब भी किसी अंग की कोशिकाएँ मरकर झड़ जाती हैं, तो ये कोशिकाएँ नयी कोशिकाएँ बनाकर उनकी क्षतिपूर्ति कर देती हैं। जब स्टेम कोशिकाओं का विभाजन होता है तो दो में से एक कोशिका तो विभेदित होकर उस ऊतक की कोशिका का रूप ले लेती हैं मगर दूसरी कोशिका स्टेम कोशिका के रूप में बनी रहती है।

वैज्ञानिकों ने ऐसी स्टेम कोशिकाएँ खोजने में सफलता प्राप्त की है, जो सिर्फ संबंधित अंग ही नहीं बल्कि अन्य अंगों की कोशिकाएँ भी बना सकती हैं। इनकी मदद से क्षतिग्रस्त अंग बनाने के प्रयास किए जा रहे हैं। अस्थिमज्जा व नवजात शिशु की गर्भनाल (आँवल) में भी स्टेम कोशिकाएँ पायी जाती हैं। स्टेम कोशिकाओं को प्रयोगशाला में सुरक्षित रखा जाता है।

7.6 ऊतकों की संरचना व कार्य में संबंध

कोशिका→ऊतक→अंग→अंगतंत्र, इस प्रकार यह संरचनात्मक संगठन समय के साथ घटित हुआ है। इस प्रक्रिया में पहले एक कोशिकीय संरचनाएँ अस्तित्व में आई। इनसे बहुकोशिकीय समुदायों का विकास लगभग 580 मिलियन वर्ष पहले हुआ। इस प्रक्रिया में कोशिकाओं की संरचना व कार्यों में भी परिवर्तन आया।

यदि हम पौधों के जलीय से स्थलीय बनने की प्रक्रिया को देखें तो हम कोशिकाओं की संरचना व कार्यों के बीच के संबंध को समझ पाएँगे। जब पौधे जलीय जीवन को छोड़ स्थलीय वातावरण में आए तो उन्हें प्रकाश संश्लेषण के लिए पर्याप्त सूर्य का प्रकाश और कार्बन डाइऑक्साइड व श्वसन के लिए पर्याप्त मात्रा में ऑक्सीजन उपलब्ध थी। परंतु इनके सामने अपने आपको सूखने से बचाने की चुनौती भी थी। यदि हम जलीय व स्थलीय पौधों की जड़, तना व पत्ती की आन्तरिक संरचना का चित्र भी देखें तो हम अंदाजा लगा सकते हैं कि स्थलीय वातावरण में आने पर मिट्टी में स्थित जड़ों से लेकर पत्तियों तक पानी का संवहन कैसे हुआ होगा।

जड़ें शाखित हुई जिससे वे अधिक से अधिक पानी का अवशोषण कर पाईं। साथ ही नलिकारूपी संरचनाएँ भी विकसित हुई जिस कारण अवशोषित पानी व खनिज लवण पौधों में अन्य भागों तक पहुँच पाया। इन नली रूपी संरचना को आप क्रियाकलाप–1 के चित्रों में भी देख सकते हैं।

इसी प्रकार जलीय वातावरण से स्थलीय वातावरण में आने पर जंतु कोशिकाओं की संरचना व कार्यों में आए बदलावों को भी समझा जा सकता है। जलीय जंतुओं में शरीर की सतह के द्वारा श्वसन के लिए हवा का आदान–प्रदान होता है। स्थलीय वातावरण में आने पर जंतुओं के शरीर की सतह हवा के सम्पर्क में आने पर सूखने लगी। फलस्वरूप स्थलीय जंतुओं में कोशिकाएँ ऐसे नमीयुक्त समूहों में व्यवस्थित हुई जिसमें अधिकाधिक हवा ग्रहण करने की क्षमता थी। आप समझ ही गए होंगे कि हम यहाँ फेफड़ों की बात कर रहे हैं। फेफड़ों की सतह बहुस्तरीय व वलयित होती है। इनकी सतह का क्षेत्रफल अधिक होता है, जिससे हवा के संग्रहण व आदान–प्रदान में सुविधा होती है।

प्रमुख शब्द (Keywords)

ऊतक (tissue), श्रमविभाजन (division of labour), त्वचीय ऊतक (dermal tissue), भरण ऊतक (ground tissue), संवहन ऊतक (vascular tissue), ज़ाइलम (xylem), फ्लोएम (phloem), तंत्रिका ऊतक (nervous tissue), संयोजी ऊतक (connective tissue), पेशीय ऊतक (muscular tissue)

हमने सीखा

- ऊतक, कोशिकाओं के समूह व उनके बाहरी वातावरण (द्रव) का सम्मिलित रूप होते हैं जो एक या एक से अधिक कार्य करते हैं।
- एक ऊतक में एक से अधिक प्रकार की कोशिकाएँ हो सकती हैं।
- विभाजन व विभेदीकरण की प्रक्रिया के फलस्वरूप समान कोशिकाओं के समूह अलग–अलग प्रकार के ऊतकों में विभेदित हो जाते हैं।
- अलग–अलग प्रकार के ऊतकों में कार्यों के बँटवारे की प्रक्रिया को श्रमविभाजन कहते हैं।
- अलग–अलग समय पर वैज्ञानिकों ने जंतु व पादप ऊतकों में समानता व विभिन्नताओं का अध्ययन किया।
- विभाजन करने की क्षमता के आधार पर पौधों के ऊतकों को दो समूहों में रखा गया है प्रविभाजी ऊतक एवं स्थायी ऊतक। परंतु स्थायी ऊतक जैसे पैरेन्काइमा, कॉलेन्काइमा में भी विभाजन करने की क्षमता होती है।

- जंतुओं के ऊतकों को उनके आकार एवं कार्य के आधार पर चार समूहों में रखा गया है त्वचीय ऊतक संयोजी ऊतक, पेशीय ऊतक और तंत्रिका ऊतक।
- ऊतकों के संरचना व कार्य एक दूसरे को प्रभावित करते हैं।

UFCAS1

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) पादप ऊतकों का संवहन के आधार पर किया गया समूहीकरण है–

   (अ) जाइलम एवं पैरेन्काइमा (ब) जाइलम एवं फ्लोएम

   (स) फ्लोएम एवं त्वचीय ऊतक (द) पैरेन्काइमा एवं एरेन्काइमा

   (ii) ऊतक है–

   (अ) कोशिकाओं का समूह (ब) कोशिकाएँ एवं कोशिका द्रव्य

   (स) कोशिकाएँ एवं उसके आसपास का द्रव (द) इनमें से कोई नहीं

   (iii) लिग्निन का जमाव किन ऊतकों में होता है–

   (अ) पैरेन्काइमा (ब) कॉलेन्काइमा

   (स) क्लोरेन्काइमा (द) स्क्लेरेन्काइमा

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति करें–

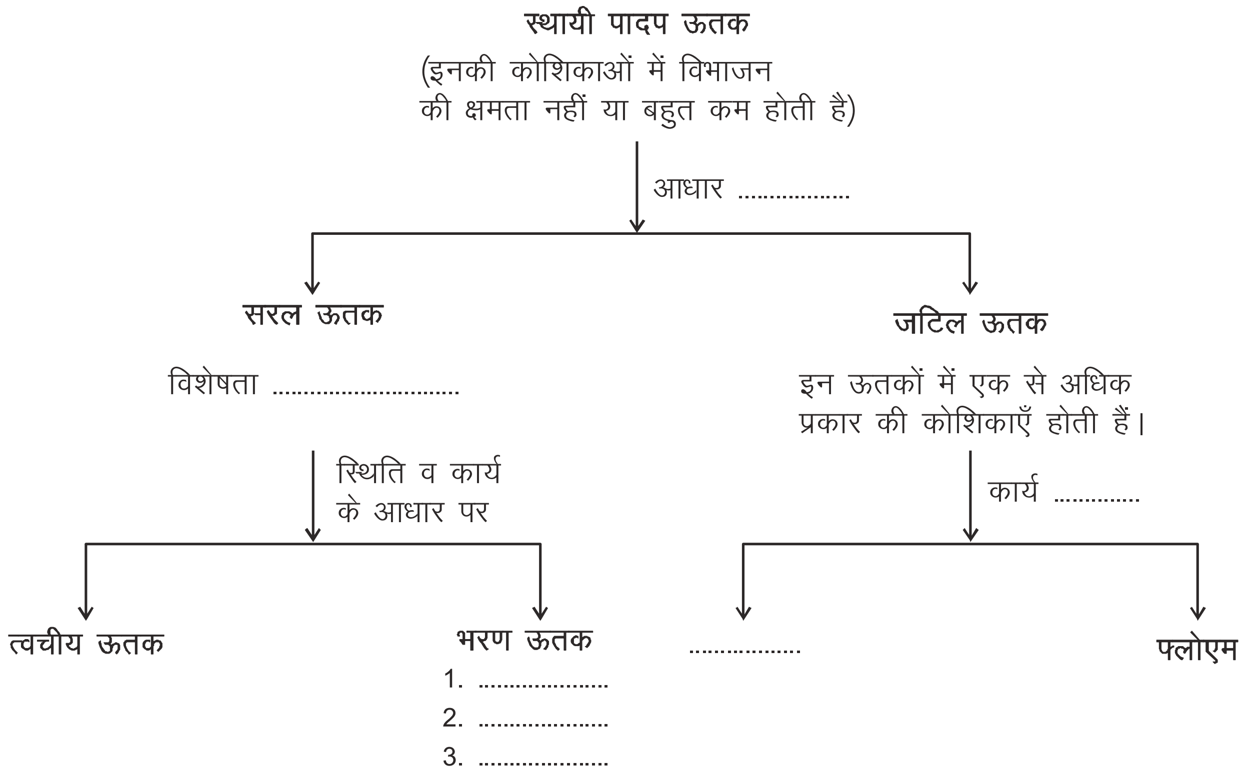
   (i) .... ऊतक पौधों में पानी और खनिज लवणों का संवहन करता है।

   (ii) .... ऊतक मुँह की भीतरी सतह में पाया जाता है।

   (iii) शरीर के विभिन्न अंगों को गति व सहारा देने का कार्य ....व .... ऊतक करते हैं।

3. ऊतक से आप क्या समझते हैं?
4. किन्हीं तीन ऊतकों के कार्यों को अपने शब्दों में लिखें।
5. बहुकोशिकीय जीवों के ऊतकों में श्रमविभाजन का महत्व बताएँ।
6. स्क्लेरेन्काइमा ऊतको के कुछ ऐसे उदाहरण लिखें जिन्हें आप आसानी से अपने आसपास देख सकते हैं।
7. रक्त को संयोजी ऊतक क्यों कहा जाता है?
8. ऊतको के अध्ययन के ऐतिहासिक परिप्रेक्ष्य पर एक टिप्पणी लिखें।

9. पादप ऊतकों के समूहीकरण को ध्यान में रखते हुए नीचे बने फ्लो चार्ट को पूरा करें–



10. ऊतकों की संरचना व कार्य का आपस में घनिष्ठ संबंध होता है। इस कथन को समझाएँ।

11. पादप ऊतकों के समूहीकरण को इनके कार्यों व विशेषताओं को ध्यान में रखते हुए बताएँ।

12. जंतु ऊतकों को कितने समूहों में बाँटा गया है? इनको बाँटने के आधार भी बताएँ।

13. क्या आप जंतु व पादप ऊतकों को किन्हीं अन्य प्रकारों में वर्गीकृत कर सकते हैं? इसके लिए आप किन आधारों को चुनेंगे?

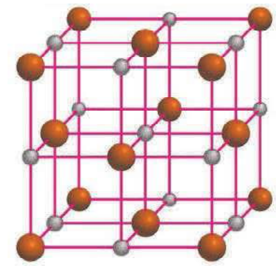
ज़रा सोचिए

आजकल नवजात शिशु की गर्भनाल/आँवल (placenta) को प्रयोगशाला मे क्यों सुरक्षित रखा जा रहा है?

अध्याय–8

रासायनिक आबंधन

(Chemical Bonding)



हमने परमाणु संरचना का अध्ययन करते समय पढ़ा है कि प्रत्येक तत्व के परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या निश्चित होती है। साथ ही प्रत्येक कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा व्यवस्था भी निश्चित होती है। परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या तथा उसके नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या बराबर तथा आवेश विपरीत होते हैं इसलिए परमाणु की प्रकृति वैद्युत उदासीन होती है।

यह देखा गया है कि प्रकृति में पाए जाने वाले कुछ तत्व क्रियाशील होते हैं और कुछ तत्व अक्रिय। इसे समझने के लिए यदि हम तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को देखें तो यह रोचक बात समझ में आती है कि तत्वों के रासायनिक गुण, परमाणु के अंतिम (बाह्यतम) कक्ष में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या (संयोजी इलेक्ट्रॉन) पर निर्भर करते हैं। ऐसे तत्व, जिनके परमाणुओं के बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन (हीलियम को छोड़कर, इसमें दो इलेक्ट्रॉन) होते हैं, सामान्यतः यौगिक नहीं बनाते और एक परमाण्विक गैसों के रूप में पाए जाते हैं, ये तत्व हैं– हीलियम, निऑन, ऑर्गान, क्रिप्टॉन, ज़ीनॉन आदि। ये तत्व क्रिया नहीं करते इसलिए इन्हें अक्रिय (उत्कृष्ट) गैसें कहते हैं। हीलियम को छोड़कर अन्य सभी अक्रिय गैसों के बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन (अष्टक) होते हैं।

8.1 आयनिक बंध (Ionic bond)

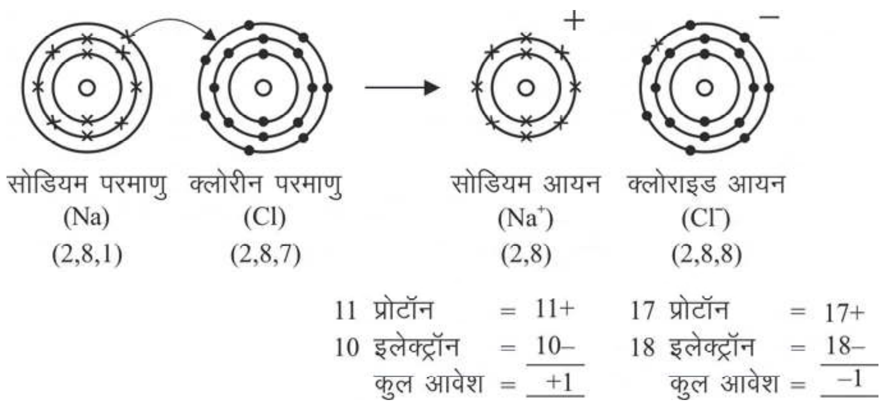
ऐसे तत्व जिनके परमाणुओं के बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन से कम होते हैं (हाइड्रोजन को छोड़कर), वे बाह्यतम कक्ष में आठ इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए अपने ही परमाणु या दूसरे परमाणु से संयोग (क्रिया) करते हैं अर्थात् अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने का प्रयास करते हैं, पर कैसे?

आइए, इसे दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले नमक (सोडियम क्लोराइड) के उदाहरण द्वारा समझें। सोडियम क्लोराइड, सोडियम तथा क्लोरीन तत्वों से मिलकर बनता है। आप जानते हैं कि सोडियम तथा क्लोरीन की परमाणु संख्या क्रमशः 11 तथा 17 है। आइए, इनका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास बनाएँ–

$$_{11}Na \text{ - } 2, 8, 1$$
$$_{17}Cl \text{ - } 2, 8, 7$$

अब, दोनों तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को देखकर बताएँ कि–

- इनके बाह्यतम कक्ष (संयोजी कक्ष) में कितने–कितने इलेक्ट्रॉन हैं?
- सोडियम तथा क्लोरीन परमाणु के बाह्यतम कक्ष में आठ–आठ इलेक्ट्रॉनों का आँकड़ा पूरा होने की क्या–क्या संभावनाएँ हो सकती हैं?



चित्र क्रमांक–1 : (क) सोडियम क्लोराइड का बनना

आपने देखा कि सोडियम परमाणु के K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 तथा M कक्ष में 1 इलेक्ट्रॉन है। पहली संभावना यह हो सकती है कि सोडियम M कक्ष के 1 इलेक्ट्रॉन को त्याग दे, जिससे उसके K तथा L कक्ष में क्रमशः 2 तथा 8 इलेक्ट्रॉन रह जाएँ। ऐसी स्थिति में वह अक्रिय गैस विन्यास (निऑन 2, 8) प्राप्त कर लेगा।

दूसरी संभावना यह हो सकती है कि सोडियम 7 इलेक्ट्रॉन ग्रहण करे, जिससे उसके K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 तथा M कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हो जाएँ। ऐसी स्थिति में वह अक्रिय गैस विन्यास (ऑर्गान 2, 8, 8) प्राप्त कर लेगा।

सोडियम की परमाणु संख्या 11 है। इसका अर्थ है कि उसके नाभिक में 11 प्रोटॉन तथा कक्षों में 11 इलेक्ट्रॉन हैं। यदि वह एक इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है या सात इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है तो क्या आप बता सकते हैं कि उस पर कितना आवेश होगा?

परमाणु वैद्युत उदासीन होता है क्योंकि उसके नाभिक में उपस्थित धन आवेशित प्रोटॉनों की संख्या कक्षों में उपस्थित ऋण आवेशित इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है। इलेक्ट्रॉन के ग्रहण करने पर परमाणु ऋण आवेशित आयन (ऋणायन) तथा त्याग करने पर धन आवेशित आयन (धनायन) बनाते हैं। आयन पर पाया जाने वाला आवेश ग्रहण या त्याग किए गए इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होता है।

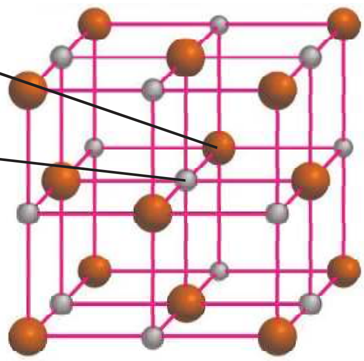
आइए, अब क्लोरीन परमाणु पर विचार करें। अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए क्लोरीन भी एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण या सात इलेक्ट्रॉन का त्याग कर सकता है। यदि क्लोरीन एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है तब उसके K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 व M कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हो जाएँगे तथा वह क्लोराइड आयन (Cl^-) बनाएगा। यदि वह सात इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है तब उसके K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हो जाएँगे तथा वह Cl^{7+} आयन बनाएगा।

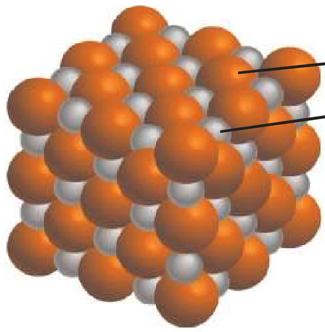
सोडियम नाभिक सात अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनों को बाँधे रखने में सक्षम नहीं होता। उसी प्रकार क्लोरीन के लिए भी Cl^{7+} की स्थिति प्राप्त करना कठिन है। इसका अर्थ है सोडियम परमाणु के लिए एक इलेक्ट्रॉन का त्याग करना तथा क्लोरीन परमाणु के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना सरल है अतः सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन त्याग कर Na^+ आयन तथा क्लोरीन परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर Cl^- आयन बनाता है।

विपरीत आवेश होने के कारण सोडियम तथा क्लोराइड आयन परस्पर आकर्षित होकर स्थिर वैद्युत बल में बँधकर सोडियम क्लोराइड (NaCl) का निर्माण करते हैं।

इस प्रकार बना बंध वैद्युत संयोजक बंध या आयनिक बंध कहलाता है। जिन यौगिकों का निर्माण इस प्रकार के आबंधन से होता है उन्हें वैद्युत संयोजक यौगिक या आयनिक यौगिक कहते हैं। ध्यान देने योग्य बात यह है कि सोडियम क्लोराइड अणु के रूप में नहीं पाया जाता बल्कि यह विपरीत आवेशित आयनों का समुच्चय होता है।

यहाँ बंध एक सोडियम आयन और एक क्लोराइड आयन के मध्य ही नहीं बनता बल्कि एक त्रिविमीय क्रिस्टल का निर्माण होता है जिसमें प्रत्येक धन आवेशित सोडियम आयन, ऋण आवेशित क्लोराइड आयन से घिरा होता है, ठीक वैसे ही ऋण आवेशित क्लोराइड आयन, धन आवेशित सोडियम आयन से घिरा रहता है। क्रिस्टल में सोडियम आयन की संख्या क्लोराइड आयन की संख्या के बराबर होती है।





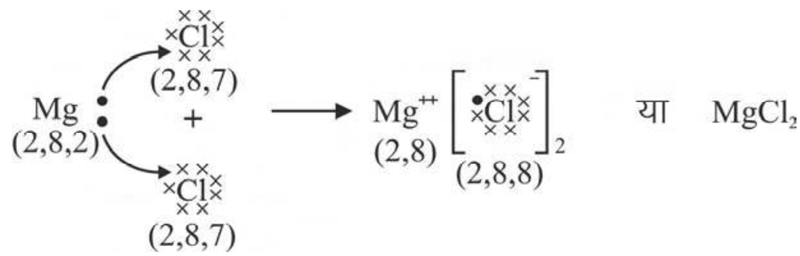
चित्र क्रमांक–1 : (ख) सोडियम क्लोराइड की त्रिविमीय संरचना

अमेरिकी रसायनज्ञ गिलबर्ट न्यूटन लुइस (Gilbert Newton Lewis) ने परमाणु में उपस्थित संयोजी इलेक्ट्रॉनों को दर्शाने के लिए इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना या लुइस प्रतीक (Lewis symbol) का उपयोग किया। इस विधि में परमाणु के बाह्यतम कोश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों को दर्शाने के लिए उस तत्व के प्रतीक के चारों ओर उतने ही बिंदु लगाए जाते हैं जितने इलेक्ट्रॉन उसके बाह्यतम कोश में उपस्थित रहते हैं।

आइए, अब हम कुछ और यौगिकों का अध्ययन करते हैं जिनमें आयनिक बंध पाया जाता है। मैग्नीशियम एवं क्लोरीन के मध्य भी आयनिक बंध का निर्माण होता है। मैग्नीशियम की परमाणु संख्या 12 है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए तथा यह भी सोचिए कि वह कैसे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करेगा?

हम जानते हैं कि मैग्नीशियम (2, 8, 2) को अक्रिय गैस विन्यास (2, 8) प्राप्त करने के लिए दो इलेक्ट्रॉनों का त्याग करना होगा लेकिन क्लोरीन परमाणु को अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए मात्र एक ही इलेक्ट्रॉन

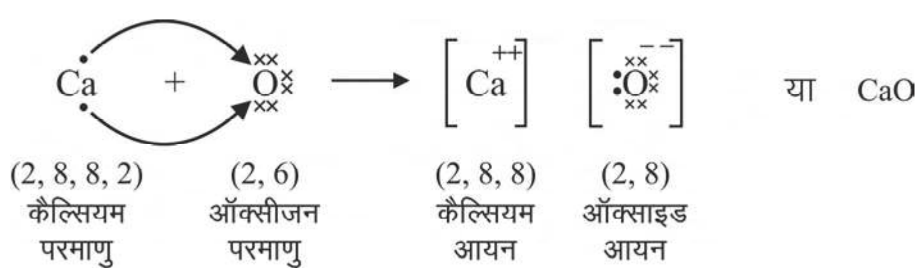
की आवश्यकता होती है। सोचिए, मैग्नीशियम द्वारा त्यागे गए दो इलेक्ट्रॉनों का समायोजन कैसे होगा? यहाँ क्लोरीन के दो परमाणु मैग्नीशियम के एक परमाणु के साथ बंध बनाने में भाग लेते हैं अर्थात् प्रत्येक क्लोरीन परमाणु मैग्नीशियम द्वारा त्यागे गए दो इलेक्ट्रॉन में से एक–एक इलेक्ट्रॉन को ग्रहण कर अक्रिय गैस विन्यास (2, 8, 8) प्राप्त करता है। यही कारण है कि यौगिक का सूत्र $MgCl_2$ होता है। क्या आप मैग्नीशियम आयन पर उत्पन्न आवेश की संख्या बता सकते हैं?



चित्र क्रमांक–2 : मैग्नीशियम क्लोराइड का बनना

आइए, अब हम एक और यौगिक को देखें जो कि कैल्सियम और ऑक्सीजन से मिलकर बना है। कैल्सियम की परमाणु संख्या 20 तथा ऑक्सीजन की परमाणु संख्या 8 है। इनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखकर बताइए वे कैसे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करेंगे?

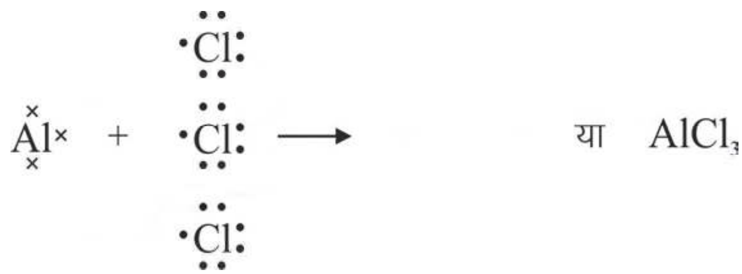
हमने देखा कि कैल्सियम के बाह्यतम कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन हैं जबकि ऑक्सीजन के बाह्यतम कक्ष में 6 इलेक्ट्रॉन हैं। अतः कैल्सियम के लिए दो इलेक्ट्रॉन त्यागना और ऑक्सीजन के लिए दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना आसान है। इस प्रकार ऑक्सीजन, कैल्सियम द्वारा त्यागे गए 2 इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण कर आयनिक बंध बनाता है। कैल्सियम ऑक्साइड में कैल्सियम तथा ऑक्सीजन आयनों पर आवेश क्या होंगे?



चित्र क्रमांक–3 : कैल्सियम ऑक्साइड का बनना

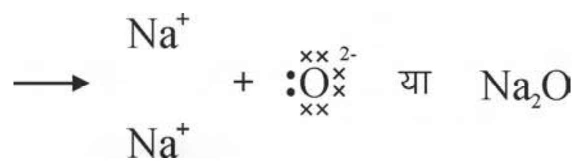
अभी तक हमने देखा कि तत्वों के आबंधन में एक परमाणु द्वारा एक या दो इलेक्ट्रॉन त्यागे जाते हैं तथा दूसरे परमाणु द्वारा ग्रहण किए जाते हैं। आइए, अब एक और उदाहरण ऐलुमिनियम का देखते हैं।

ऐलुमिनियम तथा क्लोरीन की परमाणु संख्या क्रमशः 13 तथा 17 है। इलेक्ट्रॉन के स्थानांतरण द्वारा $AlCl_3$ के इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र को पूरा कीजिए।



चित्र क्रमांक–4 : ऐलुमिनियम क्लोराइड का बनना

हमने उदाहरणों में देखा कि बंध बनाने के लिए सोडियम एक इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है, वहीं ऑक्सीजन को दो इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है अर्थात् दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है। इस प्रकार दोनों के बाह्यतम कक्ष में आठ–आठ इलेक्ट्रॉन हो जाते हैं। सोचिए, यदि सोडियम तथा ऑक्सीजन के मध्य आबंधन हो तो बनने वाले यौगिक सोडियम ऑक्साइड का सूत्र क्या होगा? आयनिक बंध कैसे बनेगा? दिए गए इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र को इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण दर्शाते हुए पूरा कीजिए।



चित्र क्रमांक–5 : सोडियम ऑक्साइड का बनना

UG4XHY

8.2 संयोजकता (Valency)

हमने कुछ उदाहरणों द्वारा देखा कि विभिन्न तत्व अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए या तो इलेक्ट्रॉनों का त्याग करते हैं या ग्रहण करते हैं। अतः संयोजकता को हम इस प्रकार समझ सकते हैं।

- सोडियम के संयोजी कक्ष में एक इलेक्ट्रॉन होता है जो अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने हेतु त्यागा जाता है अतः इसकी संयोजकता एक होती है।
- कैल्सियम अपने संयोजी कक्ष से दो इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है अतः कैल्सियम की संयोजकता दो होती है।
- क्लोरीन के संयोजी कक्ष में 7 इलेक्ट्रॉन होते हैं और वह अष्टक पूरा करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है अतः क्लोरीन की संयोजकता एक होती है।

संयोजकता हमें यह बताती है कि किसी तत्व का परमाणु अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए कितने इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण करेगा अथवा त्याग करेगा। इस प्रकार हम देखते हैं कि तत्वों के परमाणु संयोजी कक्ष से इलेक्ट्रॉन त्याग कर और कुछ परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर अष्टक पूरा करते हैं। हम धातुओं और अधातुओं को

उनके भौतिक गुणों के आधार पर पहचानते हैं। आयनिक बंध निर्माण में जिस तत्व के परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागते हैं वे धातु कहलाते हैं और जिस तत्व के परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं वे अधातु कहलाते हैं।

प्रश्न

1. पोटैशियम तथा क्लोरीन की परमाणु संख्या क्रमशः 19 तथा 17 है–
   (i) इनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।
   (ii) इनके द्वारा अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने की क्या–क्या संभावनाएँ हो सकती हैं?
   (iii) पोटैशियम क्लोराइड में बनने वाले आयनिक बंध को इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र बनाकर दर्शाइए।
   (iv) पोटैशियम क्लोराइड में पोटैशियम तथा क्लोराइड आयन पर आवेश क्या होंगे?
2. लिथियम की परमाणु संख्या 3 तथा फ्लुओरीन की परमाणु संख्या 9 है, इनके बीच बनने वाले बंध को इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना चित्र द्वारा प्रदर्शित कीजिए।
3. ऑक्सीजन एवं पोटैशियम की संयोजकता कितनी है? समझाइए।
4. एक तत्व के M कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 7 है तथा उसकी संयोजकता 1 है तो उससे बनने वाले आयन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास क्या होगा?

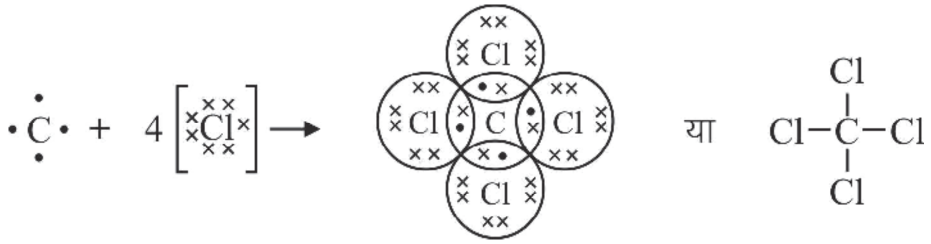
आप जानते हैं कि ऐलुमिनियम के बाह्यतम कक्ष में तीन इलेक्ट्रॉन होते हैं जिन्हें त्याग कर वह Al^{3+} आयन बनाता है। क्या आप ऐसे तत्व का नाम बता सकते हैं जिसके बाह्यतम कक्ष में चार इलेक्ट्रॉन होते हैं?

8.3 सहसंयोजक बंध (Covalent bond)

अब हम कार्बन तत्व पर विचार करते हैं जिसकी परमाणु संख्या 6 और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 4 है। यदि कार्बन, बंध बनाने के लिए 4 इलेक्ट्रॉन का त्याग कर हीलियम परमाणु (K कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन) का विन्यास प्राप्त करे तब C^{4+} आयन बनेगा या 4 इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर निऑन परमाणु (K कक्ष में 2, L कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन) के समान विन्यास प्राप्त करे तब C^{4-} आयन बनेगा।

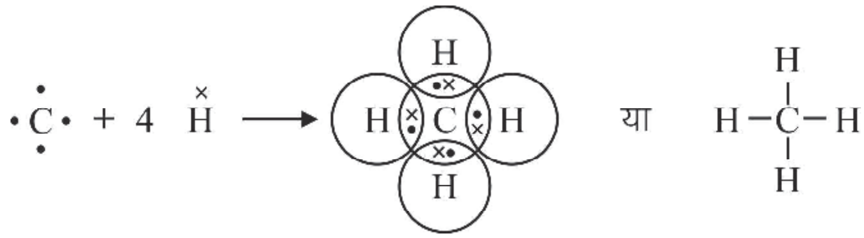
उपर्युक्त दोनों ही स्थितियों में अस्थाई आयन की प्राप्ति होगी अतः दोनों ही स्थितियाँ संभव नहीं हैं। इस स्थिति में कार्बन, बंध का निर्माण कैसे करेगा? आइए, देखें यह कैसे संभव है।

अब एक विकल्प यह हो सकता है कि वह दूसरे तत्व से इलेक्ट्रॉनों का साझा करे। साझे का क्या तात्पर्य है? आइए, कार्बन टेट्राक्लोराइड के उदाहरण से इसे समझें। यह एक कार्बन तथा चार क्लोरीन परमाणु से मिलकर बनता है। हमें ज्ञात है कि क्लोरीन परमाणु को अष्टक पूरा करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। यहाँ प्रत्येक क्लोरीन परमाणु अपने एक इलेक्ट्रॉन का साझा कार्बन के एक इलेक्ट्रॉन से करता है, उसी प्रकार कार्बन भी प्रत्येक क्लोरीन परमाणु से अपने एक इलेक्ट्रॉन का साझा कर बंध बनाता है। इस क्रम में कार्बन तथा प्रत्येक क्लोरीन परमाणु अक्रिय गैस विन्यास (2, 8 तथा 2, 8, 8) प्राप्त करते हैं। साझे के इलेक्ट्रॉनों पर दोनों परमाणुओं का समान अधिकार होता है अर्थात् साझे के इलेक्ट्रॉनों की गणना दोनों परमाणुओं के अष्टक में की जाती है (चित्र क्रमांक–6)।



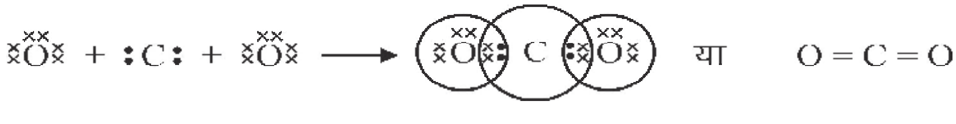
चित्र क्रमांक–6 : कार्बन टेट्रॉक्लोराइड में सहसंयोजकता बंध

आइए, अब हम कार्बन एवं हाइड्रोजन से बनने वाले यौगिक मेथैन को देखें। कार्बन परमाणु के लिए इलेक्ट्रॉनों का त्याग करने या ग्रहण करने की अपेक्षा इलेक्ट्रॉनों का साझा करना सरल होता है। लेकिन हाइड्रोजन की स्थिति कैसी होती है? हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 है, इसका तात्पर्य है कि उसके नाभिक में एक प्रोटॉन और K कक्ष में एक इलेक्ट्रॉन है। उसके समीप की अक्रिय गैस हीलियम है जिसके K कक्ष में दो इलेक्ट्रॉन होते हैं। जब कार्बन और हाइड्रोजन के मध्य आबंध का निर्माण होता है तो कार्बन चार इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है जबकि हाइड्रोजन को साझे के लिए मात्र, एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। इस प्रकार कार्बन का एक परमाणु तथा हाइड्रोजन के चार परमाणु इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा CH_4 अणु का निर्माण करते हैं।



चित्र क्रमांक–7 : मेथैन में सहसंयोजक बंध

आइए, अब हम कार्बन के एक और यौगिक कार्बन डाइऑक्साइड को देखते हैं। नाम से स्पष्ट है कि इसमें दो ऑक्सीजन परमाणु (डाइ एक उपसर्ग है जिसका अर्थ दो है, डाइऑक्साइड का तात्पर्य दो ऑक्सीजन परमाणु) होते हैं। पूर्व में हमने देखा कि ऑक्सीजन सामान्यतः दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर द्विसंयोजी आयन O^{2-} बनाता है, वहीं कार्बन, इलेक्ट्रॉन देने की अपेक्षा साझे के द्वारा बंध बनाता है। क्या आप बता सकते हैं कि कैसे कार्बन और ऑक्सीजन मिलकर स्थायी यौगिक कार्बन डाइऑक्साइड का निर्माण करते हैं? यह तभी संभव होता है जब प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु दो इलेक्ट्रॉनों का साझा कार्बन के दो–दो इलेक्ट्रॉनों के साथ करता है (चित्र क्रमांक–8)।



चित्र क्रमांक–8 : कार्बन डाइऑक्साइड में सहसंयोजक बंध

उपर्युक्त संरचना देखकर आप बता सकते हैं कि कार्बन एवं ऑक्सीजन के मध्य कितने बंध बनेंगे? इस यौगिक में कार्बन के दो जोड़ी इलेक्ट्रॉन (4 इलेक्ट्रॉन) और प्रत्येक ऑक्सीजन के 1 जोड़ी इलेक्ट्रॉन (2 इलेक्ट्रॉन) के मध्य साझे से द्विबंध का निर्माण होता है। पूर्व के उदाहरणों में कार्बन ने क्लोरीन के साथ CCl_4 तथा हाइड्रोजन के साथ CH_4 एक–एक इलेक्ट्रॉन के साझे के द्वारा एकल बंध का निर्माण किया था। कार्बन डाइऑक्साइड अणु में कार्बन तथा ऑक्सीजन के मध्य द्विबंध का निर्माण होता है। एकल और द्विबंध को दो परमाणुओं के मध्य क्रमशः एक रेखा (–) और दो रेखाओं (=) द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

इस प्रकार के यौगिक, जिनमें दो परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा बंध का निर्माण होता है, सहसंयोजक यौगिक कहलाते हैं। यहाँ ध्यान देने वाली बात यह है कि दो या अधिक परमाणु इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा समीप के अक्रिय गैस विन्यास को प्राप्त कर लेते हैं। इस प्रकार के परमाणु समूह को अणु कहते हैं अतः सहसंयोजी यौगिक के अणु दो या दो से अधिक परमाणुओं से बने होते हैं।

जल एक यौगिक है जो हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन के संयोग से बना होता है। आप जानते हैं कि हाइड्रोजन को साझे के लिए एक इलेक्ट्रॉन जबकि ऑक्सीजन को साझे के लिए दो इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। जल की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए जिसमें हाइड्रोजन और ऑक्सीजन दोनों की संयोजकता संतुष्ट हो (चित्र क्रमांक–9)।

चित्र क्रमांक–9 : जल में सहसंयोजक बंध

अमोनिया एक यौगिक है जिसका अणुसूत्र NH_3 है। यह नाइट्रोजन और हाइड्रोजन से मिलकर बना है। हाइड्रोजन को साझा करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन जबकि नाइट्रोजन को साझा करने के लिए तीन इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है जिससे वे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त कर सकें (चित्र क्रमांक–10)। क्या आप इस यौगिक की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बना सकते हैं?

चित्र क्रमांक–10 : अमोनिया में सहसंयोजक बंध

आइए, अब हम हाइड्रोजन में आबंधन पर विचार करते हैं। आपको पता है कि हाइड्रोजन सबसे हल्की गैस है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास देखने पर यह बात स्पष्ट होती है कि इसके बाह्यतम कक्ष (K) में मात्र एक इलेक्ट्रॉन है और हम यह भी जानते हैं कि हाइड्रोजन अणु का अस्तित्व है। हाइड्रोजन का एक परमाणु, दूसरे

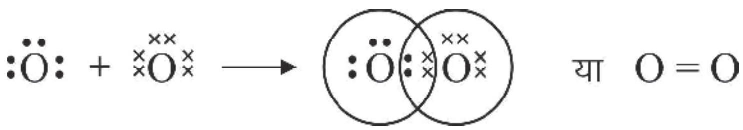
हाइड्रोजन परमाणु के साथ एक–एक इलेक्ट्रॉन का साझा कर हाइड्रोजन का एक अणु बना लेता है। इसे इस प्रकार प्रदर्शित कर सकते हैं (चित्र क्रमांक–11)।

चित्र क्रमांक–11 : हाइड्रोजन में सहसंयोजक बंध

यहाँ हमने देखा कि अणु का निर्माण भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणुओं के संयोग से ही नहीं, बल्कि एक ही तत्व के समान परमाणु के मिलने से भी होता है।

हाइड्रोजन तत्व का अस्तित्व द्विपरमाणु अणु के रूप में है (यहाँ उपसर्ग द्वि का अर्थ है दो अतः द्विपरमाणु का तात्पर्य है दो परमाणु) तथा इसमें एकल बंध है।

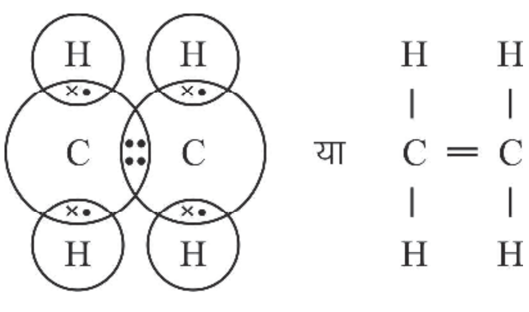
क्या किसी तत्व के परमाणुओं के मध्य द्विबंध भी होता है? आइए, एक तत्व ऑक्सीजन पर विचार करते हैं। हम जानते हैं कि ऑक्सीजन की संयोजकता 2 होती है तथा इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 6 है अतः अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने के लिए ऑक्सीजन के परमाणु आपस में दो–दो इलेक्ट्रॉनों का साझा करते हैं और इनके मध्य द्विबंध बनता है (चित्र क्रमांक–12)।



चित्र क्रमांक–12 : ऑक्सीजन में सहसंयोजक बंध

आपको यह जानकर आश्चर्य होगा कि कार्बन परमाणुओं के मध्य द्विबंध और त्रिबंध भी पाया जाता है।

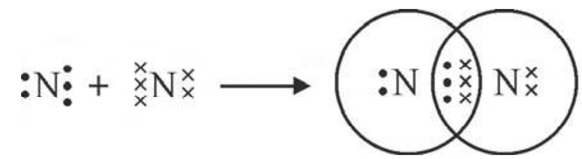
आइए, एक उदाहरण C_2H_4 (या $H_2C = CH_2$) को देखें जिसमें एक कार्बन परमाणु, दूसरे कार्बन परमाणु के साथ दो इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा अपनी दो संयोजकताएँ संतुष्ट करता है जबकि शेष दो संयोजकताएँ अन्य परमाणुओं से संतुष्ट होती हैं (चित्र क्रमांक–13)।



चित्र क्रमांक–13 : एथीन में सहसंयोजक बंध

उसी प्रकार हम त्रिबंध का बनना भी दो परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा समझा सकते हैं।

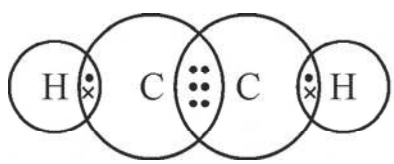
अब हम नाइट्रोजन पर विचार करें जिसमें प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु तीन–तीन इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है क्योंकि नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 है तथा इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 होता है। चूँकि नाइट्रोजन के दो परमाणु मिलकर अणु का निर्माण करते हैं अतः नाइट्रोजन का अस्तित्व द्विपरमाणु गैस के रूप में होता है (चित्र क्रमांक–14)।



या $N \equiv N$

चित्र क्रमांक–14 : नाइट्रोजन में सहसंयोजक बंध

पूर्व में आपने देखा कि कार्बन–कार्बन के मध्य एकल या द्विबंध होता है। उसी प्रकार कार्बन–कार्बन के मध्य त्रिबंध भी पाया जाता है। अणु $C_2H_2\,(HC \equiv CH)$ की निम्नलिखित संरचना होती है (चित्र क्रमांक–15)।



या $H-C \equiv C-H$

चित्र क्रमांक–15 : एथाइन में सहसंयोजक बंध

हमने इस अध्याय में देखा कि तत्वों की संयोजकता इस बात पर निर्भर करती है कि तत्व अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करने में अपने संयोजी कक्ष से कितने इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है या फिर ग्रहण करता है। हमने यह भी देखा कि तत्व अपने ही परमाणु या अन्य तत्वों के परमाणु से इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा भी अष्टक पूरा करने का प्रयास करता है। अतः हम संयोजकता को इस प्रकार भी समझ सकते हैं कि कोई तत्व अष्टक पूरा करने के लिए जितने इलेक्ट्रॉन साझे हेतु उपलब्ध कराता है वह उसकी (तत्व की) संयोजकता कहलाती है उदाहरण के लिए कार्बन को लें, चूंकि कार्बन अष्टक पूरा करने के लिए चार इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है, अतः कार्बन की संयोजकता चार है। कैल्सियम ऑक्साइड में ऑक्सीजन परमाणु, कैल्सियम परमाणु से दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है किन्तु कार्बन डाइऑक्साइड में प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु, कार्बन से दो इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है तो दोनों स्थितियों में ऑक्सीजन की संयोजकता बताइए। अतः तत्वों की संयोजकता बंध बनाने के लिए त्यागे या ग्रहण किए या फिर साझे के लिए उपलब्ध किए जाने वाले इलेक्ट्रॉन की संख्या है।

प्रश्न

1. एथेन (C_2H_6) की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए।
2. एक ऐसे अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए जिसमें द्विबंध (=) पाया जाता है।

3. क्लोरीन की परमाणु संख्या 17 है।

   (i) इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।

   (ii) इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना द्वारा क्लोरीन अणु का बनना समझाइए।

8.4 आयनिक तथा सहसंयोजी यौगिक (Ionic and covalent compounds)

हमने देखा कि परमाणुओं द्वारा संयोजी कक्षों से इलेक्ट्रॉन के त्यागे जाने अथवा ग्रहण किए जाने से आयनिक बंध तथा इलेक्ट्रॉनों के साझा करने पर सहसंयोजी बंध बनते हैं। वे यौगिक जिनमें आयनिक बंध पाया जाता है, आयनिक यौगिक या वैद्युत संयोजी यौगिक कहलाते हैं तथा वे यौगिक जिनमें सहसंयोजक बंध पाया जाता है, सहसंयोजी यौगिक कहलाते हैं। आइए, अब हम इन यौगिकों के गुणों को देखते हैं।

8.4.1 आयनिक यौगिकों के गुण (Properties of ionic compounds)

1. सामान्यतः आयनिक यौगिक जल में घुलनशील होते हैं।
2. आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक उच्च होते हैं क्योंकि इनमें विपरीत आयन आपस में प्रबल वैद्युत आकर्षण बल द्वारा बंधे होते हैं। प्रबल आकर्षण बल से बने बंध को तोड़ने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
3. आयनिक यौगिक जल में घुलने पर अथवा पिघली हुई अवस्था में आयनित हो जाते हैं अतः ये वैद्युत के सुचालक होते हैं।

8.4.2 सहसंयोजी यौगिकों के गुण (Properties of covalent compounds)

1. सामान्यतः सहसंयोजी यौगिक जल में अघुलनशील होते हैं।
2. इनके गलनांक एवं क्वथनांक आयनिक यौगिकों की तुलना में प्रायः कम होते हैं।
3. सहसंयोजी यौगिक विद्युत के कुचालक होते हैं क्योंकि इनमें आयनीकरण नहीं होता।

आइए, एक क्रियाकलाप द्वारा यौगिकों में वैद्युत चालन का परीक्षण करें।

क्रियाकलाप–1

सर्वप्रथम चार बीकर लीजिए। अब इन्हें क्रमशः 'क', 'ख', 'ग' और 'घ' नामांकित कीजिए। प्रत्येक बीकर में 100–100 mL जल लेकर निम्न पदार्थों को मिलाकर विलयन तैयार कीजिए।

1. बीकर 'क' में 2 चम्मच साधारण नमक।
2. बीकर 'ख' में 2 चम्मच कैल्सियम क्लोराइड।
3. बीकर 'ग' में 2 चम्मच शक्कर।
4. बीकर 'घ' में 2 चम्मच ग्लूकोज।

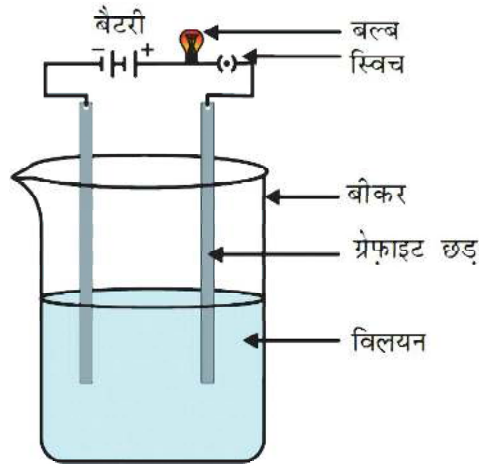
अब सबसे पहले बीकर 'क' के विलयन में दो ग्रेफाइट की छड़ें डुबाइए (चित्र क्रमांक–16) ग्रेफाइट की छड़ें इलेक्ट्रोड की तरह कार्य करती हैं। इन्हें तार के द्वारा बल्ब एवं 9 वोल्ट बैटरी से जोड़ चित्रानुसार परिपथ

पूरा करें। ध्यान रहे कि दोनों छड़ें आपस में स्पर्श न करें।

- क्या बल्ब जला?
- इस प्रयोग को अन्य बीकर 'ख', 'ग', 'घ' में रखे विलयनों के साथ दोहराएँ एवं अवलोकन को नोट करें।

अब निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें–

- बीकर 'क' एवं 'ख' में बल्ब क्यों जला?
- बीकर 'ग' एवं 'घ' में बल्ब क्यों नहीं जला?
- अब आप समझ गए होंगे कि नमक तथा कैल्सियम क्लोराइड में वैद्युत संयोजकता बंध के कारण विद्युत चालन होता है तथा शक्कर एवं ग्लूकोज में सहसंयोजक बंध के कारण विद्युत चालन नहीं होता।



चित्र क्रमांक–16 :
यौगिक के विलयन की चालकता का परीक्षण

प्रश्न

1. आयनिक यौगिक एवं सहसंयोजक यौगिक में अंतर लिखिए।
2. आयनिक यौगिकों के गलनांक एवं क्वथनांक उच्च होते हैं, क्यों? समझाइए।

मुख्य शब्द (Keywords)

आयन (ion), धनायन (cation), ऋणायन (anion), आयनिक बंध (ionic bond), सहसंयोजक बंध (covalent bond), साझा (sharing), संयोजकता (valency), आयनिक यौगिक (ionic compound), सहसंयोजक यौगिक (covalent compound), उत्कृष्ट या अक्रिय गैस (noble or inert gas), संयोजी कक्ष (valence orbit) अष्टक (octet), स्थिर वैद्युत आकर्षण (electrostatic attraction), इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना या लुईस संरचना (electron dot structure or Lewis structure)

हमने सीखा

- आयनिक बंध निर्माण में एक परमाणु इलेक्ट्रॉन त्यागकर धनायन तथा दूसरा परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर ऋणायन बनाता है। विपरीत आवेश वाले आयन स्थिर विद्युत आकर्षण में बंधकर आयनिक बंध बनाते हैं।
- सहसंयोजक बंध परमाणुओं के मध्य इलेक्ट्रॉनों के साझे द्वारा बनता है।

- दो परमाणुओं के मध्य एक–एक इलेक्ट्रॉन के साझे द्वारा एकल बंध, दो–दो इलेक्ट्रॉनों के साझे से द्विबंध तथा तीन–तीन इलेक्ट्रॉनों के साझे से त्रिबंध बनता है।
- अक्रिय गैस विन्यास प्राप्ति हेतु बाह्यतम कक्ष या संयोजी कक्ष से जितने इलेक्ट्रॉन त्यागे या ग्रहण किए जाते हैं या साझा किए जाते हैं वह उस तत्व की संयोजकता कहलाती है।
- आयनिक यौगिक जल में विलेय, उच्च गलनांक, क्वथनांक वाले तथा जलीय विलयन या पिघली हुई अवस्था में आयनित होते हैं।
- सहसंयोजी यौगिक जल में अविलेय, निम्न गलनांक एवं क्वथनांक वाले होते हैं तथा इनमें आयनीकरण नहीं होता।

अभ्यास

UGMQ19

1. सही विकल्प चुनिए–

   (i) जब सोडियम क्लोरीन से क्रिया करता है तब–

   (अ) प्रत्येक सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

   (ब) प्रत्येक क्लोरीन परमाणु एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

   (स) प्रत्येक सोडियम परमाणु सात इलेक्ट्रॉन ग्रहण करता है।

   (द) प्रत्येक क्लोरीन परमाणु सात इलेक्ट्रॉन त्याग करता है।

   (ii) एक सोडियम परमाणु और सोडियम आयन–

   (अ) रासायनिक रूप से समान हैं।

   (ब) प्रोटॉनों की संख्या समान है।

   (स) सहसंयोजक बंध का निर्माण होता है।

   (द) इलेक्ट्रॉनों की संख्या समान है।

   (iii) एक आयनिक बंध का निर्माण होता है जब–

   (अ) संयुक्त होने वाले परमाणु इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं।

   (ब) संयुक्त होने वाले परमाणु इलेक्ट्रॉन का त्याग करते हैं।

   (स) एक परमाणु इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है दूसरा ग्रहण करता है।

   (द) संयुक्त होने वाले परमाणु इलेक्ट्रॉनों का साझा करते हैं।

(iv) कौन–सा तत्व ऑर्गान का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करने हेतु दो इलेक्ट्रॉन खोता है?

(अ) मैग्नीशियम (ब) सोडियम

(स) कैल्सियम (द) सल्फर

(v) किस अणु में द्विबंध पाया जाता है–

(अ) N_2 (ब) C_2H_4

(स) Cl_2 (द) CCl_4

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) सोडियम परमाणु एक इलेक्ट्रॉन .... कर ....तत्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करता है।

(ii) नाइट्रोजन के दो परमाणु .... जोड़ी इलेक्ट्रॉन के साझे द्वारा नाइट्रोजन अणु का निर्माण करते हैं।

(iii) अक्रिय गैसों के बाह्यतम कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या .... किंतु हीलियम में यह .... होती है।

(iv) क्लोरीन अणु में .... बंध होता है जबकि मैग्नीशियम क्लोराइड में ....
.बंध होता है।

(v) आयनिक यौगिक सामान्यतः जल में .... जबकि सहसंयोजी यौगिक जल में .... होते हैं।

3. इलेक्ट्रॉन का स्थानांतरण यदि एक परमाणु से दूसरे परमाणु पर हो तो किस प्रकार के बंध का निर्माण होगा? समझाइए।

4. एक ऐसे अणु की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए जिसमें त्रिबंध होता है?

5. ऑर्गान परमाणु सहसंयोजक बंध द्वारा ऑर्गन अणु (Ar_2) का निर्माण नहीं करता। क्यों?

6. तत्व X एवं Y का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है–

X = 2, 8, 8, 2 Y = 2, 6

तब X एवं Y के मध्य बनने वाले बंध का प्रकार बताते हुए इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाइए।

7. संयोजी इलेक्ट्रॉनों का रासायनिक यौगिक बनाने में क्या योगदान होता है? समझाइए।

8. (i) अमोनिया अणु में सहसंयोजक बंधों की संख्या बताइए।

(ii) 'सोडियम क्लोराइड एक अणु है' – यह कथन गलत क्यों है? समझाइए।

9. निम्नलिखित यौगिकों की इलेक्ट्रॉन बिंदु संरचना बनाकर बंध के प्रकार लिखिए–

(i) जल (ii) नाइट्रोजन

(iii) मैग्नीशियम ऑक्साइड (iv) कैल्सियम क्लोराइड

10. आयनिक एवं सहसंयोजी यौगिकों के गुण लिखिए।

11. एक परमाणु की संयोजकता उसके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से किस प्रकार संबंधित है? स्पष्ट कीजिए।

12. तीन तत्वों के परमाणु क्रमांक 6, 7 एवं 8 हैं।

(i) तीनों तत्वों की संयोजकता एवं इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।

(ii) तीनों तत्व किस प्रकार के यौगिकों का निर्माण करेंगे? समझाइए।

13. निम्नलिखित में से सहसंयोजक एवं आयनिक यौगिकों को पृथक कीजिए तथा उसका कारण भी समझाइए।

कैल्सियम ऑक्साइड, ग्लूकोज़, सोडियम सल्फाइड, कार्बन टेट्राक्लोराइड, पोटैशियम क्लोराइड

14. निम्नलिखित में से किसका निर्माण होगा? तर्क सहित उत्तर दीजिए।

(i) Mg_2 (ii) $MgCl_2$ (iii) Cl_2

अध्याय–9

रासायनिक सूत्र और मोल संकल्पना

(Chemical Formula and Mole Concept)

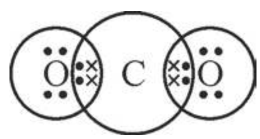
UGHL2H

Amadeo Avogadro (1776 - 1856)

हम जानते हैं कि दो या दो से अधिक तत्व आपस में क्रिया करके यौगिक बनाते हैं। ये यौगिक तत्वों के परमाणुओं की निश्चित संख्याओं के आपस में संयोग से बनते हैं। हम पानी, नमक, शक्कर, खाने का सोडा इत्यादि पदार्थों का उपयोग करते हैं, ये सभी पदार्थ यौगिक हैं। हमने पहले भी सूत्र कैसे बनते हैं, सीखा है। आइए, हम यौगिकों के सूत्रों के बारे में और विस्तार से समझें।

9.1 सहसंयोजी यौगिकों के सूत्र (Formula of covalent compounds)

हमने विभिन्न सहसंयोजी यौगिकों, जैसे कार्बन डाइऑक्साइड, पानी, अमोनिया आदि में बनने वाले बंध के बारे में सीखा है। कार्बन डाइऑक्साइड अणु में एक कार्बन के दो–दो इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन दो अलग–अलग ऑक्सीजन परमाणुओं के दो–दो इलेक्ट्रॉनों के साथ होता है (चित्र क्रमांक–1 क)।



चित्र क्रमांक–1 : (क)

यदि हम कार्बन डाइऑक्साइड के अणु में एक और ऑक्सीजन परमाणु जोड़ना चाहें तो उसकी, किस परमाणु से इलेक्ट्रॉनों का साझा करने की सम्भावना होगी?

पहली यह कि वह कार्बन परमाणु से साझा करे। दूसरी यह कि वह किसी भी ऑक्सीजन परमाणु से साझा करे। ऑक्सीजन परमाणु कार्बन परमाणु से इलेक्ट्रॉन साझा नहीं कर सकेगा क्योंकि कार्बन के दोनों इलेक्ट्रॉन युग्मों का सहभाजन दो ऑक्सीजन परमाणुओं से हो चुका है और वह अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त कर चुका है (चित्र क्रमांक–1 ख)। यदि हम ऑक्सीजन परमाणु के साथ, अतिरिक्त ऑक्सीजन के सहभाजन पर विचार करें (चित्र क्रमांक–1 ग) तो यह भी संभव नहीं है क्योंकि इससे अतिरिक्त ऑक्सीजन परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों की संख्या तो आठ हो जाएगी परंतु पहले ऑक्सीजन परमाणु पर इलेक्ट्रॉनों की संख्या दस हो जाएगी, जबकि उसके अंतिम कोश में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या 8 ही हो सकती है।

(ख) (ग)

चित्र क्रमांक–1 : (ख) तथा (ग)

अतः यहाँ पर अतिरिक्त ऑक्सीजन परमाणु के साथ इलेक्ट्रॉनों का सहभाजन नहीं हो सकता है इसलिए CO_3 यौगिक बनने की संभावना नहीं है। कार्बन का एक परमाणु और ऑक्सीजन के दो परमाणु ही मिलकर एक स्थायी यौगिक बनाएँगे जिसका सूत्र CO_2 होगा। इसी प्रकार अन्य यौगिकों के सूत्र भी लिखे जा सकते हैं। इसके लिए हमें तत्वों के प्रतीक एवं उनकी संयोजन क्षमताएँ ज्ञात होनी चाहिए।

9.2 सहसंयोजी यौगिकों के अणुभार (Molecular weight of covalent compounds)

हम जानते हैं कि एक ही तत्व के परमाणु अथवा भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणु परस्पर संयोग कर अणु का निर्माण करते हैं। तत्वों के परमाणु भार से यौगिक के अणुभार की गणना की जा सकती है क्योंकि यौगिक का अणुभार उसके सभी घटक परमाणुओं के भारों का योग होता है जैसे हाइड्रोजन के 2 परमाणु तथा ऑक्सीजन का 1 परमाणु मिलकर पानी के 1 अणु का निर्माण करते हैं। यदि हमें हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के परमाणु भार ज्ञात हों तो हम पानी के अणुभार की गणना कर सकते हैं। हाइड्रोजन का परमाणुभार 1u तथा ऑक्सीजन का परमाणुभार 16 u है, इसलिए पानी का अणुभार $2 \times 1 + 16 = 18$ u होगा।

आइए, कुछ और यौगिकों के अणुभार की गणना करें–

सल्फर डाइऑक्साइड का सूत्र SO_2 है। सल्फर का परमाणु भार 32 u है तब

सल्फर डाइऑक्साइड का अणुभार $= 32 + 2 \times 16$

$= 64$ u

इसी प्रकार नाइट्रोजन का अणुभार होगा $= 2 \times 14$

$= 28$ u

आयनिक यौगिक के मूलानुपाती सूत्र एवं सूत्र इकाई द्रव्यमान

सोडियम क्लोराइड का आणविक सूत्र संभव नहीं है, क्योंकि ठोस आयनिक यौगिक में अणु नहीं होते उसके घटक, आयन होते हैं। ठोस सोडियम क्लोराइड का सूत्र NaCl अथवा $Na^+ Cl^-$ होता है। यह उसका मूलानुपाती सूत्र है। विभिन्न आयनिक यौगिकों के इन सूत्रों द्वारा भार ज्ञात किए जा सकते हैं यह भार एक अणु का भार नहीं होता, इसे हम आयनिक यौगिक का सूत्र इकाई द्रव्यमान कहते हैं उदाहरण के लिए क्लोरीन का परमाणु भार 35.5 u है और सोडियम का परमाणु भार 23 u है तो सोडियम क्लोराइड का सूत्र इकाई द्रव्यमान $35.5 + 23 = 58.5$ u होगा।

प्रश्न

1. यदि कार्बन का परमाणु भार 12 u है तो कार्बन डाइऑक्साइड का अणुभार क्या होगा?
2. यदि नाइट्रोजन का परमाणु भार 14 u है तो अमोनिया का अणुभार क्या होगा?
3. हाइड्रोजन के अणुभार की गणना कीजिए।
4. निम्नलिखित आयनिक यौगिकों के सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना कीजिए।

   Na_2O, $MgCl_2$, $CaCl_2$, CaO

9.3 बहुपरमाणुक आयन (**Polyatomic ions**)

UH6H4J

हम जानते हैं कि आयनिक यौगिकों के जलीय विलयन विद्युत के सुचालक होते हैं। अध्याय रासायनिक आबंधन में हमने क्रियाकलाप 1 में देखा है कि सोडियम क्लोराइड का जलीय विलयन विद्युत का सुचालक होता है तथा वह आयनित होकर सोडियम आयन (Na^+) व क्लोराइड आयन (Cl^-) बनाता है। यदि वही क्रियाकलाप हम सोडियम नाइट्रेट विलयन के साथ करते हैं तब यह भी वैद्युत सुचालकता दर्शाता है। इस आधार पर हम कह सकते हैं कि सोडियम नाइट्रेट भी एक आयनिक यौगिक है। इसमें भी NaCl के समान Na^+ आयन है। इसका अर्थ है कि इस विलयन में Na^+ आयन के अतिरिक्त एक ऋणावेशित आयन NO_3^- भी है जिसमें एक नाइट्रोजन और तीन ऑक्सीजन परमाणु पर कुल एक ऋण आवेश है। परमाणुओं के ऐसे समूह जिन पर कुल आवेश विद्यमान हो उन्हें बहुपरमाणुक आयन कहते हैं।

$$NaNO_3 \longrightarrow Na^+ + NO_3^-$$

अन्य आयनिक यौगिक भी पानी में विलेय होने पर धनायन तथा ऋणायन में विभक्त होते हैं जैसे–

$$NH_4Cl \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$Na_2SO_4 \longrightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$$

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

$$Na_2CO_3 \longrightarrow 2Na^+ + CO_3^{2-}$$

उपर्युक्त अभिक्रियाओं में बने NH_4^+, SO_4^{2-}, OH^- और CO_3^{2-} आयन बहुपरमाणुक आयन हैं।

आयनों पर जो आवेश पाया जाता है वही उसकी संयोजकता होती है। सारणी क्रमांक 1 में कुछ आयनों की संयोजकताएँ दी गई हैं।

सारणी क्रमांक–1 : आयनों की संयोजकताएँ

एक संयोजी	द्विसंयोजी	बहुसंयोजी
Na^+, Ag^+, NH_4^+	$Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}$	Al^{3+}
Br^- (ब्रोमाइड) I^- (आयोडाइड) HCO_3^- (हाइड्रोजनकार्बोनेट) OH^- (हाइड्रॉक्साइड)	S^{2-} (सल्फाइड) CO_3^{2-} (कार्बोनेट)	PO_4^{3-} (फॉस्फेट)

मूलक (Radicals)

आवेशित परमाणु तथा परमाणुओं के आवेशित समूह को मूलक भी कहते हैं। मूलक दो प्रकार के होते हैं– धनात्मक और ऋणात्मक मूलक।

प्रायः धन आयन जो क्षार से प्राप्त होते हैं उन्हें क्षारीय मूलक कहते हैं जैसे–

$NaOH \longrightarrow Na^{+} + OH^{-}$

$NH_4OH \longrightarrow NH_4^{+} + OH^{-}$

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

दिए गए उदाहरणों में Na^{+}, NH_4^{+} (अमोनियम) तथा Ca^{2+} क्षारीय मूलक हैं।

प्रायः ऋण आयन जो अम्ल से प्राप्त होते हैं उन्हें अम्लीय मूलक कहते हैं जैसे–

$HCl \longrightarrow H^{+} + Cl^{-}$

$HNO_3 \longrightarrow H^{+} + NO_3^{-}$

$H_2SO_4 \longrightarrow 2H^{+} + SO_4^{--}$

दिए गए उदाहरणों में Cl^{-} (क्लोराइड), NO_3^{-} (नाइट्रेट) तथा SO_4^{2-} (सल्फेट) अम्लीय मूलक हैं।

9.3.1 बहुपरमाणुक आयन वाले यौगिकों के रासायनिक सूत्र

हम अब एक विशेष आड़ा–तिरछा पद्धति (criss-cross method) के अनुसार आयनों पर उपस्थित आवेश अथवा संयोजकता का उपयोग करते हुए रासायनिक सूत्र लिखेंगे। रासायनिक सूत्र लिखते समय निम्नलिखित चरणों का पालन किया जाता है।

उदाहरण– अमोनियम कार्बोनेट

1. सबसे पहले संघटक आयनों के प्रतीक/सूत्र लिखे जाते हैं। साधारणतः धनात्मक भाग का प्रतीक/सूत्र बाईं ओर तथा ऋणात्मक भाग का प्रतीक दाईं ओर लिखते हैं।

   NH_4 CO_3

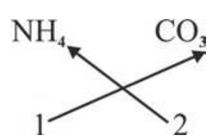
2. संघटक आयनों की संयोजकताएँ उनके नीचे लिखी जाती हैं।

प्रतीक/सूत्र	NH_4	CO_3
संयोजकता	1	2

3. आयनों की संयोजकताओं को आड़ा–तिरछा करके यौगिक में उनका अनुपात ज्ञात किया जाता है।

प्रतीक/सूत्र

संयोजकता



अमोनियम कार्बोनेट में अमोनियम का अनुपात 2 तथा कार्बोनेट का 1 होगा।

4. बहुपरमाणुक आयन को पहले कोष्ठक में रखते हैं, तत्पश्चात अनुपातों को दर्शाने वाली संख्या को पादांक के रूप में लिखते हैं। यदि बहुपरमाणुक आयन की संख्या 1 हो तो कोष्ठक की आवश्यकता नहीं होती, साथ ही 1 अंक को भी नहीं लिखा जाता।

$(NH_4)_2\ CO_3$

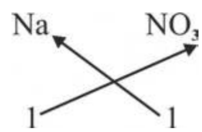
अतः अमोनियम कार्बोनेट का सूत्र – $(NH_4)_2CO_3$ है।

आइए, कुछ अन्य उदाहरणों से इसे और समझें–

- सोडियम नाइट्रेट

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

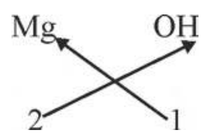


  अतः सूत्र–$NaNO_3$

- मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

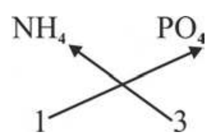


  अतः सूत्र–$Mg(OH)_2$

- अमोनियम फॉस्फेट

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

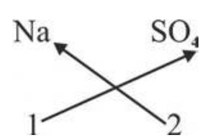


  अतः सूत्र–$(NH_4)_3PO_4$

- सोडियम सल्फेट

  प्रतीक / सूत्र

  संयोजकता

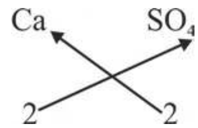


  अतः सूत्र–Na_2SO_4

- कैल्सियम सल्फेट

  प्रतीक/सूत्र

  संयोजकता



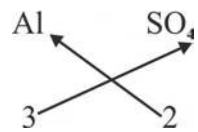
  अतः सूत्र–$CaSO_4$

  जब सूत्र में दोनों आयनों पर आवेश समान हो तो हम सूत्र को सरलीकृत करते हैं। इसलिए यहाँ पर सूत्र $Ca_2(SO_4)_2$ को $CaSO_4$ के रूप में सरलीकृत करते हैं।

- ऐलुमिनियम सल्फेट

  प्रतीक/सूत्र

  संयोजकता



  सूत्र–$Al_2(SO_4)_3$

प्रश्न

1. निम्नलिखित सारणी को पूरा कीजिए––

यौगिकों के नाम	उपस्थित मूलक		आवेशों की संख्या		यौगिक का सूत्र
	धनात्मक	ऋणात्मक	धनात्मक	ऋणात्मक	
अमोनियम नाइट्रेट			1		
सोडियम कार्बोनेट				2	Na_2CO_3
अमोनियम हाइड्रॉक्साइड				1	
मैग्नीशियम कार्बोनेट			2		$MgCO_3$
आयरन फॉस्फेट	Fe^{++}				

2. निम्नलिखित आयनिक यौगिकों के सूत्र को आड़ा–तिरछा पद्धति से बनाइए–

   अमोनियम क्लोराइड, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड, मैग्नीशियम सल्फेट, अमोनियम सल्फेट, कैल्सियम फॉस्फेट

UHFD67

9.4 मोल संकल्पना (Mole concept)

मोल क्या है? यह एक संख्या है। आइए, देखें कि यह आया कहाँ से और यह उपयोगी क्यों है। इसकी कहानी की शुरुआत कुछ रासायनिक क्रियाओं से होती है। सन् 1799 में पता चला कि तत्व आपस में एक निश्चित अनुपात में ही क्रिया करते हैं। पहले यह निश्चित अनुपात भार के अनुसार ही पहचाना गया था। फिर वैज्ञानिक गैलुसाक ने अनेक गैसों की रासायनिक

क्रियाओं का अध्ययन किया। उन्होंने देखा कि निश्चित ताप और दाब पर गैसें सदैव आयतन के अनुसार सरल अनुपात में ही क्रिया करती हैं और इसे एक नियम के रूप में प्रतिपादित किया। डाल्टन ने अपने परमाणु सिद्धांत में तत्वों द्वारा भार के अनुसार एक निश्चित अनुपात में क्रिया होने की व्याख्या की थी लेकिन जो नियम गैलुसाक ने व्यक्त किया उसका क्या कारण है इस प्रश्न का उनके पास कोई उत्तर नहीं था। गैलुसाक ने जब अपनी खोज के संबंध में अन्य वैज्ञानिकों के साथ मिलकर विचार विमर्श किया तब वैज्ञानिक बर्जीलियस ने इसे बहुत सरल तरीके से समझाया। उनके अनुसार किसी भी गैस के दिए गए आयतन में कणों की संख्या समान होती है। इसका आशय है कि एक लीटर हाइड्रोजन में कणों की संख्या उतनी ही है जितनी कि क्लोरीन के एक लीटर में। जब एक लीटर हाइड्रोजन, एक लीटर क्लोरीन से क्रिया करती है तो हाइड्रोजन क्लोराइड बनती है। बर्जीलियस के अनुसार इन दोनों गैसों के एक–एक लीटर पूरी तरह से इसलिए क्रिया कर रहे थे क्योंकि इन दोनों में बराबर–बराबर संख्या में परमाणु थे। इसी दौरान विभिन्न तत्वों के सापेक्षिक परमाणु भार की भी गणना की गई और इस तरह परमाणु भार के आधार पर अणुभार की गणना की गई। अब गैसों के घनत्व और भार की गणना करना संभव हो गया। जब अलग–अलग गैसों के अणु या परमाणु को भार के अनुसार लिया गया और उनको एक निश्चित दाब और ताप पर रखा गया तब यह पाया गया कि यह भी एक निश्चित आयतन था। जैसे कि–

1. 0°C ताप तथा 1 वायुमंडलीय दाब (1 atm) पर 2 g हाइड्रोजन का आयतन 22.4 L था।
2. 0°C ताप तथा 1 वायुमंडलीय दाब पर 36.5 g हाइड्रोजन क्लोराइड का आयतन भी 22.4 L था।
3. समान ताप व दाब पर यदि 18 g भाप ली गई तब उसका भी आयतन 22.4 L था।
4. इसी तरह से जब किसी गैस का 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर सापेक्षिक अणुभार ग्राम में लिया गया तब उसका भी आयतन 22.4 L प्राप्त हुआ।

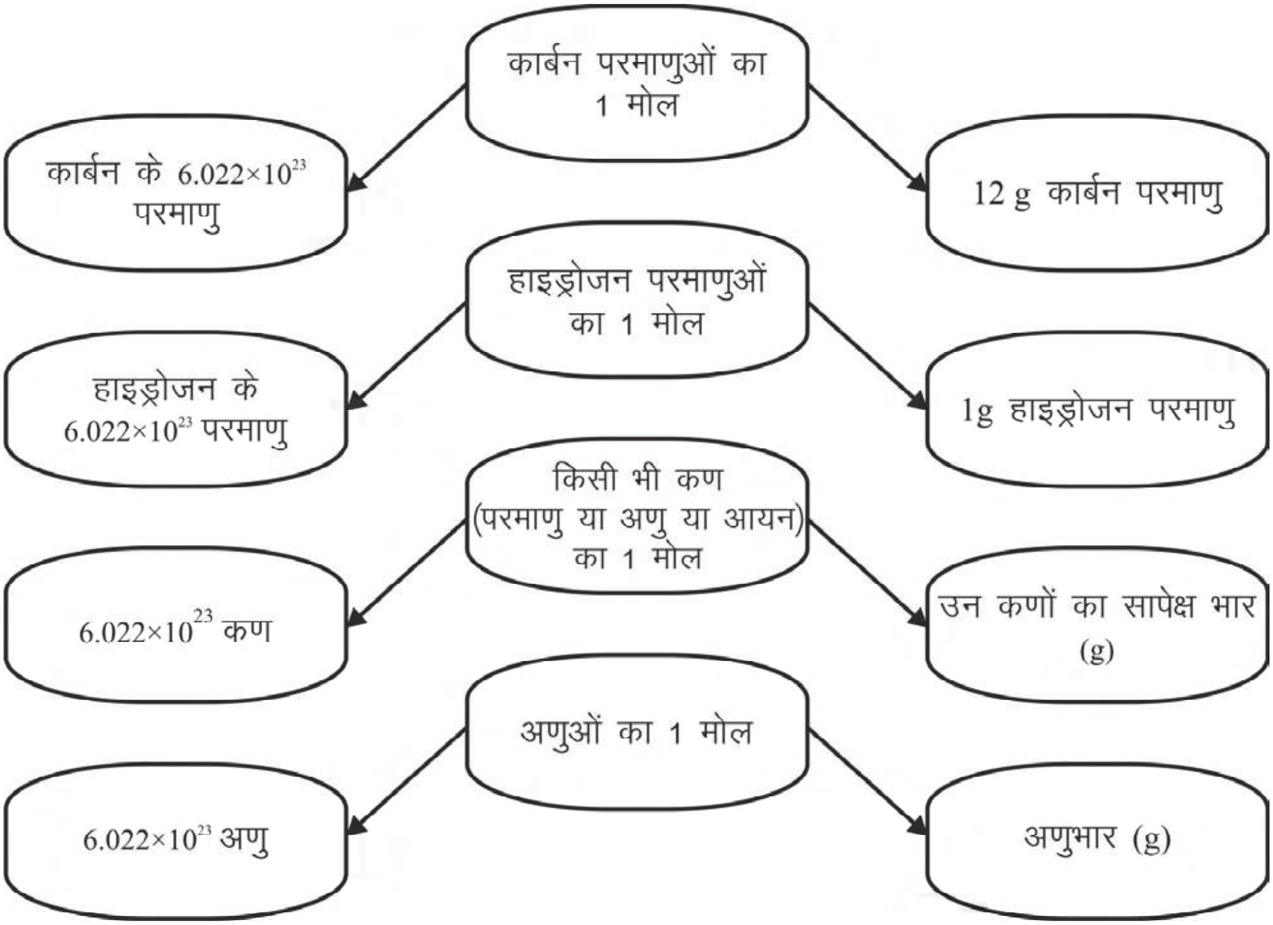
विभिन्न गणनाओं द्वारा बाद में यह पता चला कि 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर किसी भी गैस के 22.4 लीटर आयतन में कणों कि संख्या 6.022×10^{23} होती है। यह बर्जीलियस के कथन के अनुरूप था। 6.022×10^{23} को आवोगाद्रो संख्या भी कहते हैं और इसे N_0 से दर्शाया जाता है।

उपर्युक्त गणनाओं को यदि हम द्रव तथा ठोस पदार्थों के लिए करें तो यह कह सकते हैं कि किसी भी पदार्थ के ग्राम अणुभार और ग्राम परमाणु भार में कणों की संख्या 6.022×10^{23} होगी (पदार्थ का अणुभार व परमाणु भार ग्राम में लेते हैं)।

सन् 1896 में वैज्ञानिक विल्हेल्म ओस्टवाल्ड (Wilhelm Ostwald) ने आवोगाद्रो संख्या के लिए मोल शब्द प्रस्तावित किया था जो एक लैटिन शब्द है जिसका अर्थ ढेर (heap or pile) है। सन् 1967 में मोल इकाई स्वीकार कर ली गई, जो परमाणुओं एवं अणुओं की वृहद् संख्या को निरूपित करने का सरलतम उपाय है।

1 मोल = 6.022×10^{23} (आवोगाद्रो संख्या N_0)

मोल या आवोगाद्रो संख्या की अवधारणा हमें यह बताती है कि किसी भी पदार्थ की निश्चित मात्रा में कणों की संख्या कितनी होती है जैसे 23 ग्राम सोडियम में 1 मोल सोडियम परमाणु है और कणों की संख्या 6.022×10^{23} है। यदि 46 ग्राम सोडियम है तो इसका तात्पर्य है कि सोडियम परमाणु के 2 मोल होंगे और कणों की संख्या 12.044×10^{23} होगी।



चित्र क्रमांक–3 : मोल, आवोगाद्रो संख्या एवं भार के बीच संबंध

9.5 पदार्थ के भार को मोल में दर्शाना

हमने अध्ययन किया कि तत्वों का परमाणु भार या ग्राम परमाणु भार होता है तथा यौगिक के लिए अणु भार या ग्राम अणु भार होता है। इनके आधार पर मोलों की संख्या को हम इस प्रकार दर्शा सकते हैं–

तत्वों के लिए–

$$\text{मोलों की संख्या } (n) = \frac{\text{दिया गया द्रव्यमान } (m)}{\text{ग्राम परमाणु भार } (M)}$$

यौगिकों या अणुओं के लिए–

$$\text{मोलों की संख्या } (n) = \frac{\text{दिया गया द्रव्यमान } (m)}{\text{ग्राम अणु भार } (M)}$$

कणों की संख्या को मोल में दर्शाना

किसी भी परमाणु/अणु/आयन इत्यादि की संख्या, मोल से निम्नलिखित प्रकार से संबंधित है–

$$\text{मोलों की संख्या (n)} = \frac{\text{दिए गए कणों की संख्या (N)}}{\text{आवोगाद्रो संख्या } (N_0)}$$

उदाहरण : 1. निम्नलिखित में मोलों की संख्या का परिकलन कीजिए–

(क) 92 ग्राम सोडियम

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिया गया द्रव्यमान (m) = 92 g

ग्राम परमाणु भार (M) = 23 g

सूत्र– $n = \frac{m}{M}$

$= \frac{92}{23}$

= 4 मोल

(ख) 36 ग्राम पानी

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिया गया द्रव्यमान (m) = 36 g

ग्राम परमाणु भार (M) = 18 g

सूत्र– $n = \frac{m}{M}$

$= \frac{36}{18}$

= 2 मोल

2. निम्नलिखित में मोलों की संख्या ज्ञात कीजिए–

(क) 18.066×10^{23} ऑक्सीजन परमाणु

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिए गए कणों की संख्या (N) = 18.066×10^{23}

आवोगाद्रो संख्या (N_0) = 6.022×10^{23}

सूत्र– $n = \frac{N}{N_0}$

$$n = \frac{18.066 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$$

= 3 मोल

(ख) 6.022×10^{23} ऑक्सीजन अणु

हल : मोलों की संख्या (n) = ?

दिए गए कणों की संख्या (N) = 6.022×10^{23}

आवोगाद्रो संख्या (N_0) = 6.022×10^{23}

सूत्र– $n = \frac{N}{N_0}$

$$n = \frac{6.022 \times 10^{23}}{6.022 \times 10^{23}}$$

= 1 मोल

3. निम्नलिखित में कणों की संख्या ज्ञात कीजिए–

(क) 10 ग्राम नाइट्रोजन (N_2) अणु

हल : कणों की संख्या (N) = ?

दिया गया द्रव्यमान (m) = 10 ग्राम

ग्राम अणुभार (M) = 28 ग्राम

सूत्र– $N = n \times N_0$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$N = \frac{m \times N_0}{M}$$

$$N = \frac{10 \times 6.022 \times 10^{23}}{28}$$

$= 2.15 \times 10^{23}$ अणु

(ख) 2 मोल कार्बन परमाणु

हल : कणों की संख्या (N) = ?

मोलों की संख्या (n) = 2 मोल

आवोगाद्रो संख्या (N_0) $= 6.022 \times 10^{23}$

सूत्र– $N = n \times N_0$

$= 2 \times 6.022 \times 10^{23}$

$= 12.044 \times 10^{23}$ परमाणु

9.5.1 आइए, मोल के बारे में समझें

हमने देखा कि किसी शुद्ध पदार्थ के सापेक्षिक परमाणु, अणु या सूत्र भार को ग्राम में दर्शाया जाता है, जिसमें उसी पदार्थ के 1 मोल (6.022×10^{23}) कण सम्मिलित रहते हैं। गैसों के लिए हम इनके भार के स्थान पर आयतन को भी नाप सकते हैं। 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर किसी गैस का 1 मोल 22.4 लीटर स्थान घेरता है।

इससे हमें किसी सूत्र और अभिक्रिया के समीकरण को लिखने ओर समझने का एक और तरीका मिलता है। जब हम कहते हैं कि कार्बन डाइऑक्साइड किसी अभिक्रिया में भाग ले रही है और इसे CO_2 के रूप में लिखते हैं, तो क्या इसका अर्थ यह है कि हम CO_2 के एक अणु के बारे में बात कर रहे हैं?

हमने जाना कि परमाणु और अणु अत्यंत सूक्ष्म कण हैं और हमारे लिए एक ऐसी अभिक्रिया को कराना असंभव है, जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड या किसी अन्य पदार्थ का केवल एक ही अणु लिया जाए अर्थात् जब हम CO_2 लिखते हैं तो इसका अर्थ 1 मोल CO_2 अणु भी होता है। आइए, देखें कि ये किस प्रकार उपयोगी है। हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के संयोग से पानी बनने की अभिक्रिया को इस प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है–

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

उपर्युक्त अभिक्रिया में जब हाइड्रोजन के दो अणु, ऑक्सीजन के एक अणु से अभिक्रिया करते हैं तो हमें पानी के दो अणु प्राप्त होते हैं। परंतु निम्नलिखित अभिक्रिया में हम आधे अणु ऑक्सीजन को किस प्रकार लेंगे?

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

इस प्रकार की अभिक्रिया को मोलों की संख्या द्वारा समझा जा सकता है। यहाँ 1 मोल हाइड्रोजन अणु और आधा मोल ऑक्सीजन अणु संयोग करके 1 मोल अणु जल का बनाते हैं। इसलिए जब हम H_2 लिखते हैं, तब इसके दो अर्थ हो सकते हैं–

- 1 हाइड्रोजन अणु जिसका कि सापेक्षिक अणुभार 2 u है।
- 1 मोल हाइड्रोजन अणु जिसका ग्राम अणुभार 2 ग्राम है।

आइए, अब हम एक अन्य क्रिया को देखें–

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

इस अभिक्रिया की व्याख्या दो तरह से कर सकते हैं–

- 1 अणु हाइड्रोजन जब 1 अणु क्लोरीन से अभिक्रिया करता है तब 2 अणु हाइड्रोजन क्लोराइड बनते हैं या
- 1 मोल हाइड्रोजन अणु जब 1 मोल क्लोरीन अणु से अभिक्रिया करता है तो 2 मोल हाइड्रोजन क्लोराइड अणु बनते हैं।

प्रश्नः

1. मोल अवधारणा के आधार पर निम्नलिखित अभिक्रियाओं को समझाइए–

(क) $C + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO$

(ख) $\frac{1}{2} Al_2O_3 + 3\ HCl \longrightarrow AlCl_3 + 1\frac{1}{2} H_2O$

हमने सीखा

- किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र उसके संघटकों का प्रतीकात्मक निरूपण होता है।
- सहसंयोजी यौगिक के सूत्र में उपस्थित सभी परमाणुओं के भार से अणुभार ज्ञात किया जा सकता है।
- आयनिक यौगिकों के घटक, आयन (धनायन व ऋणायन) होते हैं।
- वे धनावेशित आयन जो क्षार से प्राप्त होते हैं क्षारीय मूलक तथा वे ऋणावेशित आयन जो अम्ल से प्राप्त होते हैं अम्लीय मूलक कहलाते हैं।
- परमाणुओं के ऐसे समूह जिन पर कुल आवेश विद्यमान हो उन्हें बहुपरमाणुक आयन कहते हैं।
- आयनिक यौगिकों में घटक आयनों की संयोजकता द्वारा यौगिकों के रासायनिक सूत्र ज्ञात किए जाते हैं।
- आयनिक यौगिक के सूत्र में उपस्थित सभी आयनों के भार से सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना की जाती है।
- किसी पदार्थ के मोल में कणों की संख्या को आवोगाद्रो संख्या कहते हैं। इसका मान 6.022×10^{23} होता है।

अंतर्राष्ट्रीय मोल दिवस

23 अक्टूबर को प्रतिवर्ष अंतर्राष्ट्रीय मोल दिवस मनाया जाता है। दिवस की शुरुआत सुबह 6.02 बजे और समाप्ति शाम 6.02 बजे होती है। समय के इस प्रारूप का कारण आवोगाद्रो संख्या 6.022×10^{23} है।

मुख्य शब्द (Keywords)

अणुभार (molecular weight), मूलानुपाती सूत्र (empirical formula), सूत्र इकाई द्रव्यमान (unit formula mass), आड़ा–तिरछा पद्धति (criss-cross method), मोल (mole), आवोगाद्रो संख्या (Avogadro number)

UTTLLR

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए—

(i) CH_3OH का अणुभार होता है—

(अ) 32 u (ब) 29 u

(स) 25 u (द) 20 u

(ii) क्षारीय मूलक होते हैं—

(अ) धनावेशित आयन (ब) ऋणावेशित आयन

(स) उदासीन परमाणु (द) इनमें से कोई नहीं

(iii) जिन आयनों पर ऋण आवेश होता है वे —

(अ) धनावेशित आयन होते हैं। (ब) क्षारीय मूलक होते हैं।

(स) अम्लीय मूलक होते हैं। (द) उदासीन परमाणु होते हैं।

(iv) आवोगाद्रो संख्या का मान है—

(अ) 6.022×10^{23} (ब) 6.022×10^{22}

(स) 6.022×10^{24} (द) 60.22×10^{23}

(v) 0°C ताप व 1 वायुमंडलीय दाब पर 1 मोल गैस का आयतन होता है—

(अ) 11.2 लीटर (ब) 22.4 लीटर

(स) 100 लीटर (द) 33.8 लीटर

2 रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए—

(i) ....यौगिकों के लिए सूत्र इकाई द्रव्यमान होता है।

(ii) $C_{12}H_{22}O_{11}$ का अणुभार ....है।

(iii) PO_4^{3-} आयन में तत्वों की संख्या ....है।

(iv) एक मोल कार्बन में परमाणुओं की संख्या ....होती है।

(v) एक मोल जल का द्रव्यमान ....ग्राम होता है।

3. अम्लीय व क्षारीय मूलक कैसे प्राप्त होते हैं?

4. बहुपरमाणुक आयन किसे कहते हैं? उदाहरण दीजिए।

5. उचित संबंध जोड़िए –

स्तंभ 'अ'		स्तंभ 'ब'	
(i)	1 मोल में अणुओं की संख्या	(i)	14 ग्राम
(ii)	अम्लीय मूलक है	(ii)	Mg^{2+}
(iii)	क्षारीय मूलक है	(iii)	SO_4^{2-}
(iv)	1 मोल नाइट्रोजन परमाणु का भार	(iv)	2 मोल
(v)	CO_2 के 88 ग्राम में मोलों की संख्या	(v)	6.022×10^{23}

6. सूत्र इकाई द्रव्यमान किसे कहते हैं? $MgSO_4$ के सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना कीजिए।

7. किसी धातु के कार्बोनेट का सूत्र M_2CO_3 हो, तब इसके नाइट्रेट का सूत्र क्या होगा?

8. यदि ऐलुमिनियम सल्फेट का सूत्र $Al_2(SO_4)_3$ हो, तब Al आयन पर कितना आवेश होगा और जिंक सल्फेट का सूत्र क्या होगा?

9. एक आयन X है, जिस पर दो धन आवेश है, इसके नाइट्रेट, सल्फेट और फॉस्फेट के सूत्र लिखिए।

10. निम्नलिखित के अणुभार लिखिए–

NH_3, PCl_5, H_2O_2, S_8, HCl

11. निम्नलिखित के द्रव्यमान की गणना कीजिए–

5 मोल अमोनिया, 0.5 मोल जल, 1.50 मोल Na^+ आयन, 0.2 मोल ऑक्सीजन परमाणु

12. निम्नलिखित में मोलों की संख्या की गणना कीजिए–

12 ग्राम O_2, 22 ग्राम CO_2

13. आड़ा–तिरछा पद्धति से निम्नलिखित के सूत्र बनाइए–

आयरन सल्फेट, कॉपर नाइट्रेट, सोडियम सल्फाइड, मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट

अध्याय–10

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

(Chemical Reactions and Equations)

दैनिक जीवन में होने वाली घटनाओं पर ध्यान दीजिए और उनमें होने वाले परिवर्तनों के बारे में सोचिए जैसे–

- दूध से दही बनना
- कोयले का जलना
- भोजन का पकना
- लोहे की कील पर जंग लगना

आपने देखा कि ऊपर दी गई सभी घटनाओं में परिवर्तन के बाद वस्तु की प्रकृति और पहचान कुछ न कुछ बदल जाती है। भौतिक और रासायनिक परिवर्तन के बारे में हम पिछली कक्षाओं में पढ़ चुके हैं। जब रासायनिक परिवर्तन होता है तब हम यह कहते हैं कि एक रासायनिक अभिक्रिया हुई है।

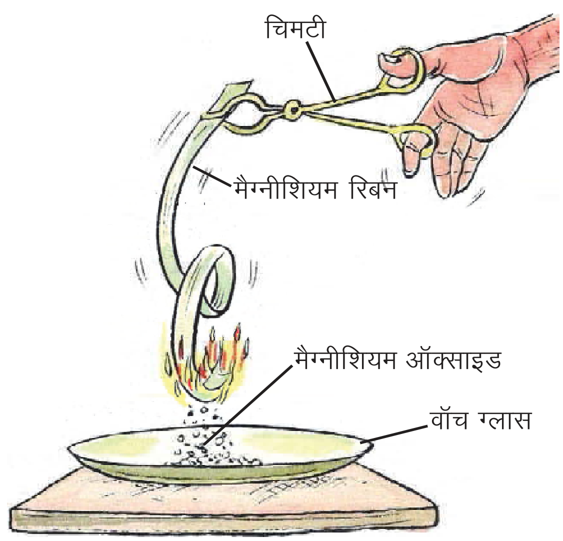
रासायनिक अभिक्रिया को समझने के लिए आइए, कुछ क्रियाकलाप करते हैं।

क्रियाकलाप–1

- लगभग 2 सेंटीमीटर लंबे मैग्नीशियम रिबन को रेतमाल पेपर से रगड़कर साफ कर लीजिए।
- इसे चिमटी से पकड़कर स्प्रिट लैंप या बर्नर की सहायता से जलाइए तथा इससे बनी राख को वॉच ग्लास में इकट्ठा कीजिए (चित्र क्रमांक–1)। इस राख को जल में घोलकर लिटमस पेपर से इसका परीक्षण कीजिए।
- इस क्रियाकलाप को शिक्षक के सहयोग से कीजिए तथा अपनी आँखों को यथा संभव दूर रखिए।

(क) क्या इसमें कोई नया पदार्थ बना?

(ख) क्या मैग्नीशियम की अवस्था में कोई परिवर्तन हुआ?



चित्र क्रमांक–1 : मैग्नीशियम रिबन का दहन

आपने देखा कि चमकदार सफेद रंग की लौ के साथ मैग्नीशियम का दहन होता है और वह सफेद चूर्ण में परिवर्तित हो जाता है। यह मैग्नीशियम ऑक्साइड का चूर्ण है जो वायु में उपस्थित ऑक्सीजन तथा मैग्नीशियम के बीच होने वाली अभिक्रिया के कारण बनता है। जिसका जलीय विलयन क्षारीय प्रकृति के कारण लाल लिटमस को नीला कर देता है।

क्रियाकलाप–2

- दो अलग–अलग परखनलियों में सोडियम सल्फेट तथा बेरियम क्लोराइड का जलीय विलयन तैयार कीजिए।
- एक परखनली में 10 mL सोडियम सल्फेट का विलयन लेकर उसमें धीरे–धीरे बेरियम क्लोराइड का विलयन मिलाइए।

  (क) क्या कोई अवक्षेप प्राप्त हुआ?

  (ख) अवक्षेप के रंग को नोट कीजिए।

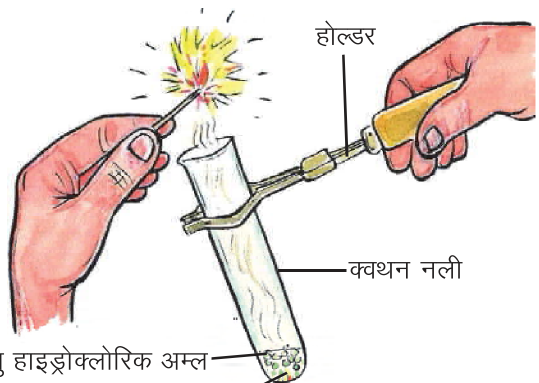
क्रियाकलाप–3

- एक क्वथन नली में कुछ दानेदार जिंक लीजिए।
- उसमें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिला दीजिए।

(क) क्या जिंक के दानों के आस–पास कुछ क्रिया होती दिखाई दे रही है (चित्र क्रमांक–2)?

(ख) क्वथन नली को स्पर्श कीजिए। क्या आपने इसके तापमान में कोई परिवर्तन महसूस किया?

(ग) क्वथन नली के मुँह के पास जलती माचिस की तीली ले जाने पर क्या होता है?



चित्र क्रमांक–2 : जिंक पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की क्रिया से H_2 गैस का बनना

ऊपर दिए गए तीनों क्रियाकलाप में नए पदार्थों के बनने के साथ–साथ निम्नलिखित परिवर्तन प्रदर्शित करते हैं कि यहाँ रासायनिक अभिक्रिया हो रही है–

- पदार्थों की अवस्था में परिवर्तन
- पदार्थों के रंग में परिवर्तन
- क्रिया के दौरान गैस उत्पन्न होना
- क्रिया के फलस्वरूप तापमान में परिवर्तन

प्रतिदिन हम अपने आस–पास ऐसी बहुत सी रासायनिक अभिक्रियाएँ देखते हैं जिनमें ये लक्षण दिखाई देते हैं। इस अध्याय में हम रासायनिक अभिक्रियाओं और उनकी सांकेतिक अभिव्यक्ति का अध्ययन करेंगे।

10.1 रासायनिक समीकरण (Chemical equation)

क्रियाकलाप 1 में जब ऑक्सीजन की उपस्थिति में मैग्नीशियम रिबन का दहन होता है तब वह मैग्नीशियम ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। वाक्य के रूप में किसी रासायनिक अभिक्रिया का वर्णन बहुत लंबा हो जाता है। इसे संक्षेप में शब्द समीकरण के रूप में लिखना सरल होता है।

इस अभिक्रिया का शब्द समीकरण इस प्रकार होगा–

मैग्नीशियम + ऑक्सीजन ⟶ मैग्नीशियम ऑक्साइड .... (1)

(अभिकारक) (उत्पाद)

अभिक्रिया में मैग्नीशियम और ऑक्सीजन ऐसे पदार्थ हैं जिनमें रासायनिक परिवर्तन होता है, इन्हें अभिकारक कहते हैं और नए बने हुए पदार्थ मैग्नीशियम ऑक्साइड को उत्पाद कहते हैं।

शाब्दिक समीकरण के रूप में लिखी गई रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों के उत्पादों में परिवर्तन को उनके बीच तीर के निशान ($\rightarrow$) से दर्शाते हैं। अभिकारकों को तीर के निशान के बाईं ओर तथा उत्पाद को दाईं ओर लिखा जाता है। अभिकारक या उत्पाद एक से अधिक होते हैं तो उनके बीच योग (+) का चिह्न लगाते हैं।

10.2 रासायनिक समीकरण लिखना

शब्दों की जगह रासायनिक सूत्र लिखकर रासायनिक समीकरण को अधिक संक्षिप्त और उपयोगी बनाया जा सकता है। शब्द समीकरण (1) को इस प्रकार लिखा जा सकता है।

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

तीर के निशान के बाईं तथा दाईं ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की गिनती कर उनकी तुलना करते हैं। यदि दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या समान नहीं हो तो समीकरण असंतुलित होता है।

पदार्थ की अविनाशिता के नियमानुसार किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में पदार्थ का न तो निर्माण होता है और न ही विनाश अर्थात् अभिक्रिया के दौरान परमाणु न तो बनते हैं और न ही नष्ट होते हैं।

अतः किसी रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों का कुल द्रव्यमान, उत्पादों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है। दूसरे शब्दों में रासायनिक अभिक्रिया के पहले और बाद में प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान होती है इसलिए समीकरण को संतुलित करना आवश्यक है।

10.3 रासायनिक समीकरण को संतुलित करना

आइए, हम रासायनिक समीकरण को क्रमबद्ध तरीके से संतुलित करें।

उदाहरण– हाइड्रोजन और ऑक्सीजन से पानी बनने की अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण इस प्रकार लिखते हैं–

$$H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O \quad .... (3)$$

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

$$\boxed{H_2} + \boxed{O_2} \longrightarrow \boxed{H_2O} \quad ....(4)$$

चरण 2. असंतुलित समीकरण (4) में उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या की सूची बना लीजिए–

तत्व	अभिकारकों के परमाणुओं की संख्या (बाईं ओर)	उत्पादों के परमाणुओं की संख्या (दाईं ओर)
H	2	2
O	2	1

चरण 3. समीकरण (4) में बाईं ओर ऑक्सीजन परमाणु की संख्या दो है जबकि दाईं ओर मात्र एक। अतः ऑक्सीजन परमाणु को संतुलित करने के लिए–

ऑक्सीजन के परमाणु	अभिकारक में	उत्पाद में
प्रारंभ में	2 (O_2 में)	1 (H_2O में)
संतुलित करने के लिए	2	1×2

यह याद रखना आवश्यक है कि परमाणुओं की संख्या बराबर करने के लिए हम अभिक्रिया में भाग लेने वाले तत्वों और यौगिकों के सूत्रों को नहीं बदल सकते हैं जैसे कि ऑक्सीजन परमाणु को संतुलित करने के लिए हम 2 से गुणा करके $2H_2O$ लिख सकते हैं लेकिन H_2O_2 नहीं।

आंशिक रूप से संतुलित समीकरण अब इस प्रकार होगा–

$$\boxed{H_2} + \boxed{O_2} \longrightarrow 2\,\boxed{H_2O} \;......... (5)$$

चरण 4. अब हाइड्रोजन परमाणु संतुलित नहीं है आंशिक रूप से संतुलित समीकरण (5) में हाइड्रोजन को संतुलित करते हैं–

हाइड्रोजन के परमाणु	अभिकारक में	उत्पाद में
आंशिक संतुलित समीकरण में	2 (H_2 में)	4 ($2H_2O$ में)
संतुलित करने के लिए	2×2	4

हाइड्रोजन परमाणु को बराबर करने के लिए बाईं ओर 2 से गुणा करते हैं। समीकरण अब इस प्रकार होगा–

$$2\boxed{H_2} + \boxed{O_2} \longrightarrow 2\,\boxed{H_2O} \;........ (6)$$

अंत में इस संतुलित समीकरण की जाँच के लिए हम समीकरण के दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की तुलना करते हैं।

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \quad \text{संतुलित समीकरण} \;........ (7)$$

इसी तरह से आप नीचे दिए गए समीकरण को संतुलित कीजिए–

$$Mg + O_2 \longrightarrow MgO \quad .... (8)$$

आइए, कुछ और अभिक्रियाओं के उदाहरणों को लेकर समीकरण को संतुलित करना सीखें–

$$N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3 \quad .... (9)$$

चरण 1. रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिए सबसे पहले सूत्र के चारों ओर बॉक्स बना लीजिए। ध्यान दें कि समीकरण को संतुलित करते समय बॉक्स के अंदर कुछ भी परिवर्तन नहीं करना है–

$$\boxed{N_2} + \boxed{H_2} \longrightarrow \boxed{NH_3} \quad .... (10)$$

चरण 2. असंतुलित समीकरण में उपस्थित विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या की सूची बना लीजिए–

तत्व	अभिकारकों के परमाणुओं की संख्या (बाईं ओर)	उत्पाद के परमाणुओं की संख्या (दाईं ओर)
N	2	1
H	2	3

चरण 3. समीकरण के बाईं ओर नाइट्रोजन परमाणुओं की संख्या 2 है जबकि दाईं ओर मात्र 1। नाइट्रोजन को संतुलित करने के लिए–

नाइट्रोजन परमाणु	अभिकारक में	उत्पाद में
प्रारंभ में	2 (N_2 में)	1 (NH_3 में)
संतुलित करने के लिए	2	1×2

आंशिक रूप से संतुलित समीकरण अब इस प्रकार होगा–

$$\boxed{N_2} + \boxed{H_2} \longrightarrow 2\ \boxed{NH_3}$$ आंशिक रूप से संतुलित समीकरण .....(11)

चरण 4. हाइड्रोजन परमाणु अब भी संतुलित नहीं है। आंशिक रूप से संतुलित समीकरण में हाइड्रोजन को संतुलित करते हैं–

हाइड्रोजन परमाणु	अभिकारक में	उत्पाद में
आंशिक संतुलित समीकरण	2 (H_2 में)	6 ($2NH_3$)
संतुलित करने के लिए	2×3	6

हाइड्रोजन परमाणु को बराबर करने के लिए बाईं ओर 3 से गुणा करते हैं। समीकरण अब इस प्रकार होगा–

$$\boxed{N_2} + 3\,\boxed{H_2} \longrightarrow 2\,\boxed{NH_3} \quad .... (12)$$

अंत में इस संतुलित समीकरण की जाँच के लिए हम समीकरण के दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की गणना करते हैं।

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2\,NH_3 \text{ संतुलित समीकरण } .... (13)$$

समीकरण में दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या बराबर है। अतः यह समीकरण अब संतुलित है। रासायनिक समीकरणों को संतुलित करने की इस विधि को अनुमान विधि कहते हैं। इस विधि में सबसे छोटी पूर्णांक संख्या से संतुलित करना आरंभ कर आवश्यकतानुसार उसके गुणांक का उपयोग करके समीकरण को संतुलित करने का प्रयास करते हैं।

प्रश्न

1. निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए–
   (अ) हाइड्रोजन + क्लोरीन ⟶ हाइड्रोजन क्लोराइड
   (ब) सोडियम हाइड्रॉक्साइड + सल्फ्यूरिक अम्ल ⟶ सोडियम सल्फेट + पानी
2. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजिए–
   (अ) $CH_4 + O_2 \longrightarrow H_2O + CO_2$
   (ब) $Fe + O_2 \longrightarrow Fe_3O_4$
   (स) $KClO_3 \longrightarrow KCl + O_2$

UUL9RP

10.4 रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

रासायनिक अभिक्रिया में परमाणु न तो बनते हैं और न ही नष्ट होते हैं। रासायनिक अभिक्रिया में रासायनिक परिवर्तन होता है, जिसमें अभिकारक क्रिया करके नए पदार्थ (उत्पाद) बनाते हैं जिसके गुण अभिकारक से भिन्न होते हैं। वास्तव में किसी रासायनिक अभिक्रिया में परमाणुओं के आपसी बंध टूटने एवं जुड़ने से नए पदार्थों का निर्माण होता है। आइए, देखें कि रासायनिक अभिक्रियाएँ कितने प्रकार की होती हैं–

10.4.1 संयोजन अभिक्रिया

क्रियाकलाप–4

- एक बीकर में कैल्सियम ऑक्साइड (बिना बुझा चूना) के थोड़े से टुकड़े लीजिए।
- इसमें धीरे–धीरे जल मिलाइए।
- अब बीकर को स्पर्श कीजिए।
- क्या इसके ताप में कोई परिवर्तन हुआ?

कैल्सियम ऑक्साइड जल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करके बुझे चूने (कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड) का निर्माण करके अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करता है (चित्र क्रमांक–3)।

चित्र क्रमांक–3

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 \quad ...... (14)$$

इस अभिक्रिया में कैल्सियम ऑक्साइड और जल मिलकर एकल उत्पाद कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं। ऐसी अभिक्रिया जिसमें दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एक उत्पाद का निर्माण करते हैं इसे संयोजन अभिक्रिया कहते हैं। क्रियाकलाप 1 में दी गई अभिक्रिया के प्रकार को पहचानिए।

आइए, संयोजन अभिक्रिया के कुछ और उदाहरण देखें–

1. कोयले का दहन–

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad .... (15)$$

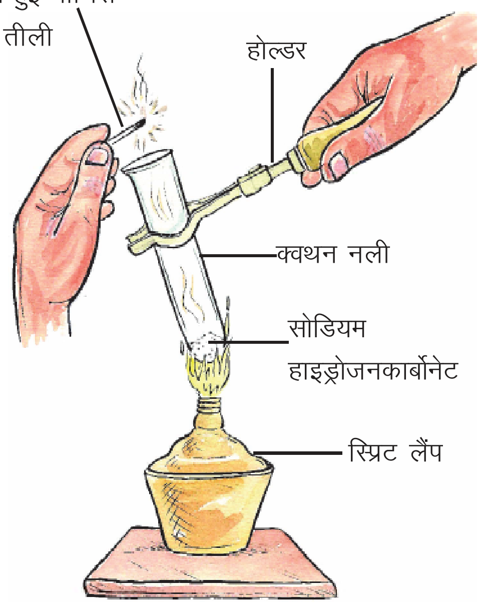
2. हाइड्रोजन और ऑक्सीजन से जल का निर्माण

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O \quad .... (16)$$

10.4.2 वियोजन (अपघटन) अभिक्रिया

क्रियाकलाप–5

- एक क्वथन नली में थोड़ा सा खाने का सोडा (सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट) लीजिए।
- क्वथन नली को स्प्रिट लैंप की सहायता से गर्म कीजिए।
- अब चित्र क्रमांक–4 में दर्शाए अनुसार एक जलती हुई माचिस की तीली, निकलती हुई गैस के समीप ले जाइए।
- आपने क्या देखा?
- आप देखेंगे कि माचिस की तीली बुझ जाती है।



चित्र क्रमांक–4 : सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का अपघटन तथा कार्बन डाइऑक्साइड का उत्सर्जन और परीक्षण

सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट गर्म करने पर सोडियम कार्बोनेट, पानी और कार्बन डाइऑक्साइड में टूट जाता है।

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \quad .... (17)$$

आप देख सकते हैं कि इस अभिक्रिया में एकल अभिकारक टूटकर दो या अधिक उत्पादों में बदल जाता है यह एक वियोजन अभिक्रिया है। जब वियोजन क्रिया ऊष्मा के द्वारा सम्पन्न होती है तो उसे ऊष्मीय वियोजन कहते हैं।

आइए, वियोजन अभिक्रिया के अन्य उदाहरणों पर चर्चा करें–

1. विद्युत धारा प्रवाहित करने पर पानी, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन गैस में वियोजित हो जाता है–

$$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2 \quad .... (18)$$

इस प्रकार का वियोजन विद्युत अपघटन कहलाता है।

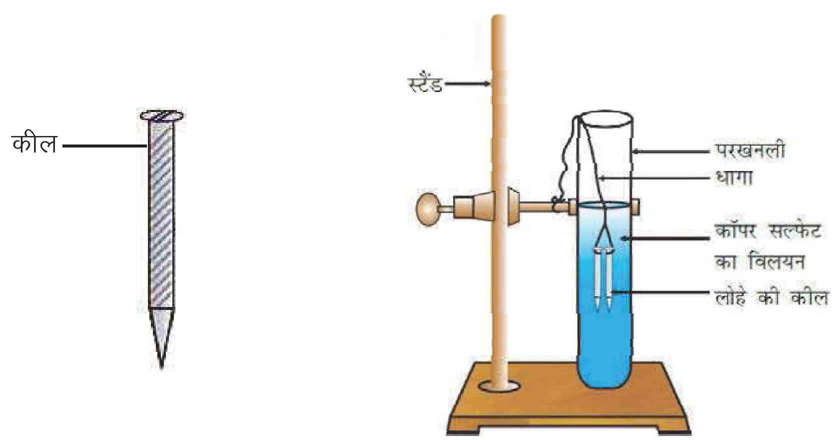
2. कैल्सियम कार्बोनेट का कैल्सियम ऑक्साइड तथा कार्बन डाइऑक्साइड में टूटना एक वियोजन अभिक्रिया है जिसका उपयोग विभिन्न उद्योगों में होता है जिसमें सीमेंट उद्योग प्रमुख है।

$$CaCO_3 \xrightarrow{1000^0C} CaO + CO_2 \quad .... (19)$$

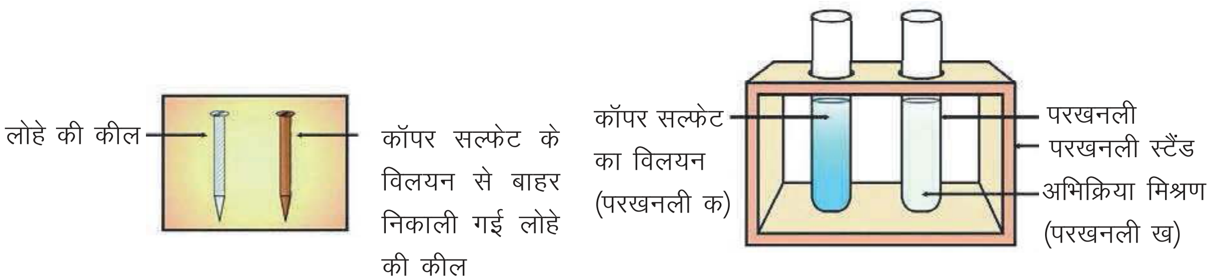
10.4.3 विस्थापन अभिक्रिया

क्रियाकलाप–6

- लोहे की तीन कीलें या आलपिन लीजिए, उन्हें रेतमाल पेपर से रगड़कर साफ कीजिए।
- 'क' और 'ख' चिह्नित की हुई दो परखनलियाँ लीजिए। प्रत्येक परखनली में 5–10 mL कॉपर सल्फेट का विलयन लीजिए।
- दो कीलों को धागे से बाँधकर सावधानीपूर्वक परखनली 'ख' के कॉपर सल्फेट के विलयन में लगभग 30 मिनट तक डुबाकर रखिए, तुलना करने के लिए एक कील को अलग रखिए। (चित्र क्रमांक–5 अ तथा ब)



चित्र क्रमांक–5 (अ) : बाहर रखी तथा कॉपर सल्फेट के विलयन में डूबी लोहे की कीलें



चित्र क्रमांक–5 (ब) : प्रयोग से पहले तथा उसके उपरांत लोहे की कील तथा कॉपर सल्फेट के विलयन की तुलना

- 30 मिनट पश्चात् दोनों कीलों को कॉपर सल्फेट के विलयन से बाहर निकाल लीजिए।
- परखनली 'क' और 'ख' में रखे कॉपर सल्फेट विलयन के नीले रंग की तुलना कीजिए।
- कॉपर सल्फेट के विलयन में डूबी कील के रंग की तुलना बाहर रखी कील से कीजिए।

सोचिए, लोहे की कील का रंग भूरा तथा कॉपर सल्फेट के विलयन का रंग फीका क्यों हो गया? इस क्रियाकलाप में निम्नलिखित अभिक्रिया हुई–

$$Fe + CuSO_4 \longrightarrow FeSO_4 + Cu \text{ .... } (20)$$

इस अभिक्रिया में लोहे (आयरन) ने कॉपर को उसके यौगिक कॉपर सल्फेट के विलयन से विस्थापित कर उसका स्थान स्वयं ले लिया। इस अभिक्रिया को विस्थापन अभिक्रिया कहते हैं।

आइए, विस्थापन अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण देखें–

$$Pb + CuCl_2 \longrightarrow PbCl_2 + Cu \text{ .... } (21)$$

$$Zn + 2AgNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag \text{ .... } (22)$$

उपर्युक्त उदाहरणों से पता चलता है कि आयरन और लेड, कॉपर की अपेक्षा अधिक क्रियाशील तत्व हैं। वे कॉपर को उसके यौगिक से विस्थापित कर देते हैं। इसी प्रकार जिंक, सिल्वर की अपेक्षा अधिक क्रियाशील तत्व है तथा वह सिल्वर को उसके यौगिक से विस्थापित कर देता है। क्रियाकलाप 3 पर ध्यान दें जिसमें आपने जिंक की क्रिया तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से की है।

1. इस अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
2. क्या यह भी विस्थापन अभिक्रिया है? कारण लिखिए।

10.4.4 द्विविस्थापन अभिक्रिया

क्रियाकलाप 2 में आपने देखा कि सफेद रंग के एक पदार्थ का निर्माण होता है जो जल में अविलेय है, इस अविलेय पदार्थ को अवक्षेप कहते हैं। इस अभिक्रिया में सोडियम सल्फेट में बेरियम क्लोराइड मिलाने पर बेरियम सल्फेट का सफेद अवक्षेप प्राप्त होता है।

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_4 + 2NaCl \text{ .... } (23)$$

ऐसा क्यों होता है? Ba^{++} आयन की SO_4^{--} आयन के संयोजन से $BaSO_4$ के अवक्षेप का निर्माण होता है। एक अन्य उत्पाद सोडियम क्लोराइड का निर्माण Na^+ आयन तथा Cl^- आयन के जुड़ने से होता है जो विलयन में ही रहता है। वे अभिक्रियाएँ जिनमें अभिकारकों के बीच आयनों का आदान–प्रदान होता है तथा उनमें से एक विपरीत आयनों का युग्म विलयन से अलग हो जाता है उन्हें द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ कहते हैं। द्विविस्थापन के अन्य उदाहरण इस प्रकार हैं–

1. लेड नाइट्रेट विलयन को पोटैशियम आयोडाइड के विलयन में मिलाएँ तो लेड आयोडाइड का पीला अवक्षेप और पोटैशियम नाइट्रेट का विलयन प्राप्त होता है। इस प्रकार की अभिक्रिया अवक्षेपीकरण कहलाती है।

$$Pb(NO_3)_2 + 2KI \longrightarrow PbI_2 + 2KNO_3 \text{ .... } (24)$$

2. सोडियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार) और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की क्रिया में H^+ आयन और OH^- आयन मिलकर पानी बनाते हैं तथा Na^+ आयन और Cl^- आयन मिलकर सोडियम क्लोराइड बनाते हैं जो विलयन में ही रहता है, यह अभिक्रिया उदासीनीकरण कहलाती है।

$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O \text{ .... } (25)$$

प्रश्न

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए एवं प्रत्येक अभिक्रिया का प्रकार बताइए–
   (अ) जिंक कार्बोनेट ⟶ जिंक ऑक्साइड + कार्बन डाइऑक्साइड
   (ब) सोडियम हाइड्रॉक्साइड + सल्फ्यूरिक अम्ल ⟶ सोडियम सल्फेट + पानी
   (स) पोटैशियम ब्रोमाइड + बेरियम आयोडाइड ⟶ पोटैशियम आयोडाइड + बेरियम ब्रोमाइड
2. जब लोहे की कील को कॉपर सल्फेट के विलयन में डुबाया जाता है, तब विलयन का रंग क्यों बदल जाता है?

10.4.5 ऑक्सीकरण और अपचयन अभिक्रियाएँ

क्रियाकलाप–7

- पॉर्सिलेन प्याली में 1 ग्राम कॉपर चूर्ण लेकर उसे चित्र क्रमांक 6 के अनुसार गर्म कीजिए।
- आपने क्या देखा?
- कॉपर चूर्ण की सतह पर काली परत चढ़ जाती है। यह काला पदार्थ क्यों बना?

यह कॉपर ऑक्साइड है जो कॉपर और ऑक्सीजन की क्रिया से बना है।

चित्र क्रमांक–6 : कॉपर का ऑक्सीकरण

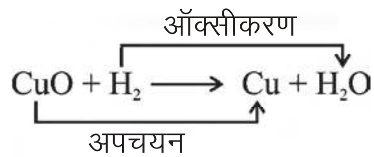
$$2Cu + O_2 \longrightarrow 2CuO \quad .... (26)$$

यदि इस गर्म पदार्थ के ऊपर हाइड्रोजन गैस प्रवाहित की जाए तो सतह की काली परत, भूरे रंग की हो जाती है क्योंकि कॉपर ऑक्साइड, ऑक्सीजन खो देता है और फिर कॉपर प्राप्त हो जाता है।

$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O \quad .... (27)$$

अभिक्रिया के समय जब किसी पदार्थ द्वारा ऑक्सीजन ग्रहण की जाती है तब उसका ऑक्सीकरण होता है तथा जब अभिक्रिया में किसी पदार्थ द्वारा ऑक्सीजन की कमी होती है तो उसका अपचयन होता है।

अभिक्रिया (27) में कॉपर ऑक्साइड में ऑक्सीजन की कमी हो रही है इसलिए कॉपर ऑक्साइड अपचयित हुआ है और हाइड्रोजन में ऑक्सीजन की वृद्धि हो रही है इसलिए हाइड्रोजन ऑक्सीकृत हो रहा है अर्थात् इस अभिक्रिया में एक अभिकारक ऑक्सीकृत तथा दूसरा अपचयित होता है। इस अभिक्रिया को ऑक्सीकरण–अपचयन अथवा रेडॉक्स अभिक्रिया कहते हैं।



रेडॉक्स अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण हैं–

$$ZnO + C \longrightarrow Zn + CO \quad .... (28)$$

$$MnO_2 + 4HCl \longrightarrow MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2 \quad .... (29)$$

अभिक्रिया (28) में कार्बन, ऑक्सीकृत होकर CO तथा ZnO अपचयित होकर Zn बनाता है।

अभिक्रिया (29) में मैंगनीज डाइऑक्साइड में ऑक्सीजन की कमी हो रही है अर्थात् उसका अपचयन हो रहा है तथा HCl का हाइड्रोजन, ऑक्सीजन ग्रहण करके पानी में ऑक्सीकृत हो रहा है।

ऊपर दिए गए उदाहरणों के आधार पर हम कहते हैं कि किसी अभिक्रिया में पदार्थ द्वारा ऑक्सीजन ग्रहण करने या हाइड्रोजन त्याग करने की प्रक्रिया ऑक्सीकरण एवं हाइड्रोजन ग्रहण करने या ऑक्सीजन त्याग करने की प्रक्रिया अपचयन कहलाती है।

क्या ऑक्सीकरण–अपचयन (रेडॉक्स) अभिक्रियाओं को इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण के आधार पर समझाया जा सकता है?

क्रियाकलाप 1 में मैग्नीशियम का तार ऑक्सीजन के साथ जलकर मैग्नीशियम ऑक्साइड (सफेद चूर्ण) बनाता है।

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO \quad .... (30)$$

हम कह सकते हैं कि मैग्नीशियम के ऑक्सीकरण से मैग्नीशियम ऑक्साइड बना। यदि हम मैग्नीशियम और ऑक्सीजन के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के आधार पर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनने की अभिक्रिया पर विचार करें तो मैग्नीशियम के अंतिम कोश में दो इलेक्ट्रॉन पाए जाते हैं जिन्हें त्यागकर मैग्नीशियम धनायन बनाता है।

$$Mg \longrightarrow Mg^{++} + 2e^- \quad .... (31)$$

इन इलेक्ट्रॉनों को ऑक्सीजन ग्रहण करके ऑक्साइड आयन (ऋणायन) में परिवर्तित हो जाती है।

$$O + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$$

अथवा $O_2 + 4e^- \longrightarrow 2O^{2-}$ .... (32)

इस प्रकार Mg द्वारा इलेक्ट्रॉन त्यागना ऑक्सीकरण और ऑक्सीजन द्वारा इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना अपचयन कहलाता है। उपर्युक्त अभिक्रिया में दोनों अभिक्रियाएँ साथ–साथ चल रही हैं, इसे रेडॉक्स अभिक्रिया कहते हैं।

अब तक हमने अभिकारक और उत्पाद के बनने के आधार पर रासायनिक अभिक्रियाओं के विभिन्न प्रकारों का अध्ययन किया है। आइए, अब हम इस अध्याय में किए गए कुछ क्रियाकलापों के बारे में फिर से विचार करें।

क्रियाकलाप–4 में आपने देखा कि कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के निर्माण के साथ अधिक मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न हो रही है । इस प्रकार की अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया कहलाती है।

क्रियाकलाप–1 पर ध्यान दें जिसमें मैग्नीशियम रिबन को स्प्रिट लैंप की सहायता से जलाते हैं।

1. क्या यह एक संयोजन अभिक्रिया है?
2. क्या इसमें ऑक्सीकरण या अपचयन हो रहा है?
3. क्या यह ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है?

क्रियाकलाप 3 पर ध्यान दें। जिसमें आपने जिंक की क्रिया तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से कराई। क्या यह विस्थापन अभिक्रिया के साथ–साथ ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया भी है?

ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया के कुछ अन्य उदाहरण है–

1. प्राकृतिक गैस का दहन–

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{ऊष्मा} \quad .... (33)$$

2. श्वसन तथा हरी सब्जियों से खाद बनना भी एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है।

क्रियाकलाप–8

- एक क्वथन नली में लेड नाइट्रेट की थोड़ी मात्रा लीजिए।
- परखनली होल्डर से क्वथन नली को पकड़कर ज्वाला के ऊपर रखकर गर्म कीजिए (चित्र क्रमांक–7)।
- आपने क्या देखा? यदि कोई परिवर्तन हुआ है तो उसे नोट कीजिए।

चित्र क्रमांक–7

आप देखेंगे कि भूरे रंग की नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस निकलती है। यह अभिक्रिया इस प्रकार होती है–

$$2Pb(NO_3)_2 \longrightarrow 2PbO + 4NO_2 + O_2 \text{ .... (35)}$$

इस अभिक्रिया में अभिकारक के विघटन के लिए ऊष्मा की आवश्यकता होती है। जिन अभिक्रियाओं में ऊष्मा अवशोषित होती है उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहते हैं।

निम्नलिखित कियाकलाप करें–

एक परखनली में 2 g बेरियम हाइड्रॉक्साइड तथा 1g अमोनियम क्लोराइड लेकर काँच की छड़ से मिलाइए। अपनी ऊँगलियों से परखनली के निचले सिरे को छूएँ। क्या आपने तापमान में परिवर्तन महसूस किया? यह अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है या ऊष्माशोषी?

क्रियाकलाप–9

- पॉर्सिलेन प्याली में 2 ग्राम सिल्वर क्लोराइड लीजिए तथा इसका रंग नोट कीजिए।
- इस प्याली को थोड़ी देर के लिए सूर्य के प्रकाश में रख दीजिए (चित्र क्रमांक–8)। थोड़ी देर बाद सिल्वर क्लोराइड के रंग को नोट कीजिए।

चित्र क्रमांक–8 : सूर्य के प्रकाश में सिल्वर क्लोराइड धूसर रंग का होकर सिल्वर धातु बनाता है

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

$$2AgCl \longrightarrow 2Ag + Cl_2 \text{ .... (36)}$$

यह अपघटन क्रिया सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में होती है और इस प्रकार की क्रियाओं को प्रकाश रासायनिक अभिक्रिया (photochemical reaction) कहते हैं।

ऐसी सभी अभिक्रियाएँ जिनमें अभिकारकों को उत्पादों में परिवर्तित करने के लिए ऊष्मा, प्रकाश या विद्युत के रूप में ऊर्जा की आवश्यकता होती है, ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ कहते हैं।

10.5 रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनात्मक बनाना

विभिन्न प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाओं के रासायनिक समीकरण में अभिकारकों और उत्पादों की निम्नलिखित विशेषताओं को दर्शाकर उसे अधिक सूचनात्मक बनाया जा सकता है, ये इस प्रकार हैं–

1. भौतिक अवस्था 2. ऊष्मा में परिवर्तन 3. गैस का निकलना
4. अवक्षेपण होना 5. विभिन्न परिस्थितियाँ

1. **भौतिक अवस्था को अभिव्यक्त करना–** रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनात्मक बनाने के लिए पदार्थों की भौतिक अवस्था को उनके सूत्रों के साथ अभिव्यक्त किया जा सकता है जैसे– गैस, द्रव, ठोस तथा जलीय विलयन को क्रमशः (g), (l), (s) तथा (aq) से दर्शाया जाता है। अब संतुलित समीकरण (35) इस प्रकार होगा–

$$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{ताप}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g) \quad .... (37)$$

2. **ऊष्मा में परिवर्तन को अभिव्यक्त करना–** ऊष्माक्षेपी क्रिया में ऊष्मा उत्पन्न होती है और ऊष्माशोषी अभिक्रिया में ऊष्मा अवशोषित होती है। नीचे दिए गए उदाहरणों को देखिए।

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + Q \text{ ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया} \quad .... (38)$$

$$N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g) - Q \text{ ऊष्माशोषी अभिक्रिया} \quad .... (39)$$

ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं में उत्पन्न हुई ऊष्मा की मात्रा (Q) को उत्पादों की ओर (+) चिह्न के साथ अभिव्यक्त किया जाता है। ऊष्माशोषी अभिक्रियाओं में अवशोषित हुई ऊष्मा की मात्रा को (–) चिह्न के साथ अभिव्यक्त किया जाता है।

3. **गैस के निकलने को अभिव्यक्त करना–** यदि अभिक्रिया में कोई गैस मुक्त हो रही है तो इसे ऊर्ध्व तीर (↑) निशान से अभिव्यक्त किया जाता है।

$$Zn(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + H_2 \uparrow \quad .... (40)$$

4. **अवक्षेप के बनने को अभिव्यक्त करना–** यदि किसी रासायनिक अभिक्रिया में कोई अवक्षेप बन रहा हो तो उसे नीचे की ओर तीर (↓) से अभिव्यक्त करते हैं।

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl \downarrow + NaNO_3(aq) \quad .... (41)$$

5. **विभिन्न परिस्थितियों को अभिव्यक्त करना–** कभी–कभी रासायनिक अभिक्रियाओं की परिस्थितियाँ जैसे– ताप, दाब, उत्प्रेरक आदि को भी तीर के निशान के ऊपर या नीचे लिखकर दर्शाया जाता है।

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{सूर्य प्रकाश}} C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \quad .... (42)$$

$$2AgCl(s) \xrightarrow{\text{सूर्य प्रकाश}} 2Ag(s) + Cl_2(g) \quad .... (43)$$

इसी प्रकार आप इस अध्याय में दिए गए सभी समीकरणों को अधिक सूचनात्मक बनाकर अभिव्यक्त कीजिए।

प्रश्न

1. निम्नलिखित अभिक्रिया में ऑक्सीकृत और अपचयित पदार्थों को पहचानिए–

   (अ) $2Na + O_2 \longrightarrow 2NaO$

   (ब) $CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$

2. रासायनिक अभिक्रिया में ऊष्मा का ग्रहण करना तथा ऊष्मा का मुक्त होना समीकरण में किस प्रकार दर्शाया जाता है, उदाहरण देकर समझाइए।

मुख्य शब्द (Keywords)

अभिकारक (reactant), उत्पाद (product), संयोजन अभिक्रिया (combination reaction), वियोजन (decomposition reaction), विस्थापन अभिक्रिया (displacement reaction), द्विविस्थापन अभिक्रिया (double displacement reaction), ऑक्सीकरण (oxidation), अपचयन (reduction), ऊष्माक्षेपी (exothermic), ऊष्माशोषी (endothermic), ऑक्सीकरण–अपचयन (redox)

हमने सीखा

- रासायनिक परिवर्तन में हमेशा नया पदार्थ बनता है।
- रासायनिक समीकरण, रासायनिक अभिक्रिया को दर्शाने का एक तरीका है।
- एक संपूर्ण रासायनिक समीकरण अभिकारकों, उत्पादों और उनकी भौतिक अवस्था को प्रदर्शित करता है।
- पदार्थ की अविनाशिता के नियमानुसार रासायनिक समीकरण का संतुलित होना आवश्यक है जिसमें अभिकारकों तथा उत्पादों के सभी परमाणुओं की संख्या समान होती है।
- संयोजन अभिक्रिया में दो या दो से अधिक पदार्थ मिलकर एकल उत्पाद बनाते हैं।
- वियोजन अभिक्रिया, संयोजन अभिक्रिया के विपरीत होती है। वियोजन अभिक्रिया में एकल पदार्थ वियोजित होकर दो या दो से अधिक पदार्थ बनाता है।
- किसी रासायनिक अभिक्रिया में जब एक तत्व दूसरे तत्व को उसके यौगिक से विस्थापित कर देता है, विस्थापन अभिक्रिया कहलाती है।
- द्विविस्थापन अभिक्रिया में अभिकारकों के बीच आयनों का आदान–प्रदान होता है।
- ऑक्सीजन का जुड़ना या हाइड्रोजन का निकलना या इलेक्ट्रॉन त्यागना ऑक्सीकरण कहलाता है।
- हाइड्रोजन का जुड़ना या ऑक्सीजन का निकलना या इलेक्ट्रॉन ग्रहण करना अपचयन कहलाता है।
- जिन अभिक्रियाओं में उत्पाद के साथ ऊष्मा का उत्सर्जन होता है उन्हें ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएँ कहते हैं।
- जिन अभिक्रियाओं में ऊष्मा का अवशोषण होता है, उन्हें ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ कहते हैं।

UUV5TC

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए

(i) हाइड्रोजन और क्लोरीन से हाइड्रोजन क्लोराइड का बनना निम्नलिखित में से कौन सी क्रिया को दर्शाता है–

(अ) वियोजन (ब) विस्थापन

(स) संयोजन (द) द्विविस्थापन

(ii) $Fe_2O_3 + 2Al \longrightarrow Al_2O_3 + 2Fe$

दी गई अभिक्रिया निम्नलिखित में से किसका उदाहरण है–

(अ) संयोजन (ब) वियोजन

(स) विस्थापन (द) द्विविस्थापन

(iii) $2PbO(s) + C(s) \longrightarrow 2Pb(s) + CO_2(g)$ इस क्रिया के लिए कौन सा कथन सही है–

(1) लेड का ऑक्सीकरण हो रहा है

(2) कार्बन डाइऑक्साइड का ऑक्सीकरण हो रहा है

(3) कार्बन का कार्बन डाइऑक्साइड में ऑक्सीकरण हो रहा है

(4) लेड ऑक्साइड का लेड में अपचयन हो रहा है

(अ) 1 और 2 (ब) 3 और 4

(स) 2 और 3 (द) सभी

(iv) $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3(aq)$

निम्नलिखित रासायनिक अभिक्रिया दर्शाती है–

(अ) विस्थापन (ब) संयोजन

(स) वियोजन (द) द्विविस्थापन

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

(i) रासायनिक समीकरण में तीर के निशान के बाईं ओर का पदार्थ .... और दाईं ओर का पदार्थ .... कहलाता है।

(ii) $2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$ .... क्रिया का उदाहरण है।

(iii) अभिकारकों और उत्पाद के बीच तीर का निशान अभिक्रिया की .... को दर्शाता है।

(iv) वह रासायनिक अभिक्रिया जिसमें नया पदार्थ बनाने के लिए ऊष्मा का अवशोषण होता है .... क्रिया कहलाती है।

3. रासायनिक समीकरण क्या है? इसे संतुलित करना क्यों आवश्यक है?
4. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए संतुलित समीकरण लिखिए–
   (i) पोटैशियम धातु जल के साथ अभिक्रिया करके पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड एवं हाइड्रोजन गैस देती है।
   (ii) नाइट्रोजन, हाइड्रोजन से संयोजन करके अमोनिया बनाती है।
   (iii) हाइड्रोजन सल्फाइड गैस का वायु में दहन होने पर जल एवं सल्फर डाइऑक्साइड बनती है।
   (iv) ऐलुमिनियम सल्फेट के साथ अभिक्रिया कर बेरियम क्लोराइड, ऐलुमिनियम क्लोराइड का विलयन एवं बेरियम सल्फेट का अवक्षेप देता है।
5. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजिए–
   (i) $C_3H_8 + O_2 \longrightarrow H_2O + CO_2$
   (ii) $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_2H_5OH + CO_2$
   (iii) $Hg(NO_3)_2 + KI \longrightarrow HgI_2 + KNO_3$
   (iv) $HNO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$
6. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण एवं अभिक्रिया का प्रकार बताइए–
   (i) मैग्नीशियम + आयोडीन $\longrightarrow$ मैग्नीशियम आयोडाइड
   (ii) मैग्नीशियम + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल $\longrightarrow$ मैग्नीशियम क्लोराइड + हाइड्रोजन
   (iii) जिंक + कॉपर नाइट्रेट $\longrightarrow$ जिंक नाइट्रेट + कॉपर
   (iv) सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट $\longrightarrow$ सोडियम कार्बोनेट + कार्बन डाइऑक्साइड + पानी
7. वियोजन अभिक्रिया को संयोजन अभिक्रिया के विपरीत क्यों कहा जाता है? इन दोनों अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए।
8. वियोजन अभिक्रियाओं का एक–एक समीकरण लिखिए जिनमें ऊष्मा, प्रकाश एवं विद्युत के रूप में ऊर्जा प्रदान की जाती है।
9. विस्थापन एवं द्विविस्थापन अभिक्रिया में क्या अंतर है? इन अभिक्रियाओं के लिए समीकरण लिखिए।
10. ऑक्सीकरण–अपचयन (रेडॉक्स) अभिक्रियाओं के दो–दो उदाहरण लिखिए।
11. सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया को समझाइए।
12. अवक्षेपण अभिक्रिया से आप क्या समझते हैं? उदाहरण देकर समझाइए।
13. ऊष्माक्षेपी और ऊष्माशोषी अभिक्रिया को उदाहरण देकर समझाइए।
14. हनीफ ने मैग्नीशियम रिबन को स्प्रिट लैंप की सहायता से जलाया और प्राप्त अवलोकन के आधार पर उसने कहा कि यह संयोजन, ऊष्माक्षेपी और ऑक्सीकरण अभिक्रिया है। क्या आप इस कथन से सहमत हैं? तर्क सहित व्याख्या कीजिए।

अध्याय–11

गुरुत्वाकर्षण

(Gravitation)

आप बल और गति के अध्याय में ऐसी बहुत सी घटनाओं से परिचित हुए हैं जहाँ वस्तु पृथ्वी की ओर गति करती है जैसे एक पत्थर को पृथ्वी की सतह से ऊपर की ओर फेंकने पर वापस सतह पर आ जाता है। बारिश की बूँदों से लेकर सूखा पत्ता, धूल के कण, सब कुछ पृथ्वी पर ही आ गिरते हैं। क्या आपने कभी सोचा कि वस्तुएँ पृथ्वी पर क्यों गिरती हैं?

किसी पत्थर को ऊँचाई से गिराने पर पृथ्वी की सतह तक आते–आते उसका वेग क्यों बढ़ जाता है?

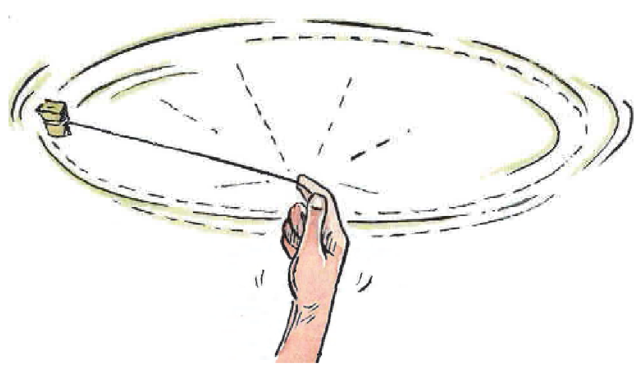
आपने पिछली कक्षा में जाना कि सौर मंडल में पृथ्वी जैसे कई ग्रह सूर्य के चक्कर लगाते हैं और चंद्रमा जैसे उपग्रह, ग्रहों के चक्कर लगाते हैं। ऐसे स्थिति में पृथ्वी सूर्य के ऊपर या चंद्रमा पृथ्वी के ऊपर क्यों नहीं गिरता?

क्रियाकलाप–1

एक लकड़ी के गुटके को धागे से बांधिए। धागे के एक सिरे को हाथ से पकड़कर गुटके से बंधे हुए दूसरे सिरे को छोड़ दीजिए। क्या हुआ?

चित्र 1 में दिखाए अनुसार अब धीरे–धीरे गुटके को वृत्ताकार घुमाएँ। उसे तेजी से घुमा कर देखें। क्या आप अपनी उंगली पर ज्यादा तनाव महसूस करते हैं?

यदि आप गुटके को तेजी से घुमाते हुए धागे को छोड़ दें या धागा टूट जाए तो गुटका किस तरफ जाएगा? क्या धागा टूटने के बाद भी गुटका वृत्ताकार पथ में घूमता रहेगा? क्या आप ने गुटके की गति के दिशा के बारे में कुछ सोचा है? आपस में चर्चा करें।



चित्र क्रमांक–1
पत्थर द्वारा वृत्ताकार पथ में गति

सावधानी से प्रयोग करके देखिए तथा पता लगाएँ कि यदि घुमाने की गति को धीरे–धीरे कम करते हैं तो क्या होगा?

11.1 गुरुत्वाकर्षण की अवधारणा (Concept of Gravitation)

ऊपर के प्रयोग में आपने देखा कि तेज़ी से वृत्ताकार गति में घूम रहे गुटके को धागा जोड़े रखता है लेकिन पृथ्वी और चंद्रमा के बीच में तो ऐसा कोई मजबूत धागा नहीं है, जो चंद्रमा को बांध कर रखे। फिर भी ऐसा कौन सा बल है जिसके कारण चंद्रमा पृथ्वी को केंद्र में रखकर नियत घूम रहा है?

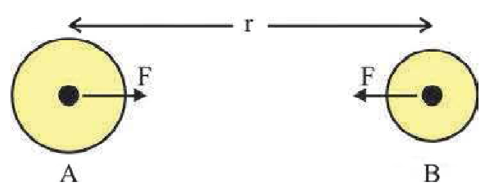
काफी समय तक लोगों का यह मानना था कि चंद्रमा और अन्य वस्तुओं को आकर्षित करना पृथ्वी का विशेष गुण है और इसी के कारण चंद्रमा और अन्य सभी तारे पृथ्वी के चारों ओर घूम रहे हैं। किंतु तारा मंडल तथा ग्रहों में विभिन्न अवलोकनों के साथ यह मान्यता मेल नहीं खा रही थी। इन अवलोकनों के आधार पर बनी कॉपरनिकस के सौर केंद्रिक ब्रह्मांड की धारणा एवं केपलर के नियमों के साथ भी यह मान्यता ठीक नहीं बैठ रही थी। उनके अनुसार अगर सूर्य केंद्र में है और ग्रह उसके चारों ओर घूम रहे हैं कुछ वैसे ही जैसे पृथ्वी के इर्द–गिर्द चंद्रमा का घूमना, तो यह मानना होगा कि जैसे पृथ्वी चंद्रमा को आकर्षित करती है उसी प्रकार सूर्य भी पृथ्वी को अपनी ओर आकर्षित करता है।

इस संदर्भ में आइजक न्यूटन (Issac Newton) ने अन्य वैज्ञानिकों के काम को समझ कर तथा सभी अवलोकनों को देखकर यह निष्कर्ष निकाला कि आकर्षण बल केवल पृथ्वी, चंद्रमा और सूर्य के बीच में ही नहीं बल्कि संसार की हर छोटी बड़ी सभी वस्तुओं के बीच होता है। पत्थर, धूल कण, पानी, ग्रह, तारे इत्यादि प्रत्येक वस्तु द्रव्यमान (mass) के कारण हर दूसरी वस्तु पर आकर्षण बल लगाते हैं। द्रव्यमान के कारण आकर्षित करने का यह गुण गुरुत्वाकर्षण बल कहलाता हैं।

गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम (Law of Universal Gravitation)

न्यूटन के अनुसार ब्रह्माण्ड की **किन्हीं दो वस्तुओं के बीच लगने वाला आकर्षण बल दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान एवं उनके बीच की दूरी पर निर्भर करता है।**

चित्र 2 में दिखाए अनुसार मान लें कि कोई दो पिण्ड A और B, r दूरी पर स्थित हैं। ये एक दूसरे को F बल से आकर्षित करते हैं। पिण्ड A और B का द्रव्यमान क्रमशः m_1 तथा m_2 है, तो न्यूटन के नियम के अनुसार उनके बीच लगने वाले बल का मान दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती होता है।



चित्र क्रमांक–2 : किन्हीं दो पिण्डों के बीच गुरुत्वाकर्षण बल

अर्थात, $F \alpha m_1 \times m_2$ ....(1)

एवं दोनों वस्तुओं के बीच लगने वाला बल उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$F \alpha \frac{1}{r^2}$ ....(2)

समी. (1) और (2) से,

$F \alpha \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ ....(3)

$F = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ ....(4)

न्यूटन के समय G का मान पता नहीं था। सन् 1797 में कैवेंडिश (Cavendish) ने ज्ञात द्रव्यमान की दो वस्तुओं को कुछ दूरी पर रखकर उनके बीच के आकर्षण बल का आकलन कर समीकरण (4) से G का मान ज्ञात किया।

यहाँ G सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक है। SI पद्धति में G का मान 6.67×10^{-11} Nm^2/kg^2 है।

सोचिए, यदि वस्तुओं के मध्य की दूरी दोगुनी कर दी जाए तो बल का मान क्या होगा? दूरी को तिगुना कर दिया जाए तो बल का मान क्या होगा? हम देख सकते हैं कि दूरी बढ़ने के साथ–साथ बल का मान तेजी से कम होता है।

- क्या आप बता सकते हैं कि G का मान कम या ज्यादा होने से हमारे जीवन पर क्या प्रभाव पड़ेगा? यदि गुरुत्वाकर्षण बल नहीं होता तो क्या होता? अपने साथियों के साथ समूह में चर्चा करें।

उदाहरण–1 : सूर्य का द्रव्यमान 2×10^{30} kg तथा पृथ्वी का द्रव्यमान 6×10^{24} kg है। यदि पृथ्वी तथा सूर्य के बीच की औसत दूरी 1.5×10^{11} m है तो सूर्य द्वारा पृथ्वी पर लगाए गए बल की गणना करें। पृथ्वी द्वारा सूर्य पर लगाए गए बल का मान क्या होगा?

हल : सूर्य द्वारा पृथ्वी पर लगाया गया बल और पृथ्वी द्वारा सूर्य पर लगाया गया बल बराबर है। दोनों में से एक की गणना करने पर हमें दूसरा बल भी ज्ञात हो जाएगा।

समीकरण (4) के अनुसार पृथ्वी एवं सूर्य के बीच एक दूसरे पर लगाए गए बल,

$$F = G\frac{m_e \times m_s}{r^2}$$

यहाँ m_e = पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6 \times 10^{24}$ kg, m_s = सूर्य का द्रव्यमान $= 2 \times 10^{30}$ kg, r = पृथ्वी तथा सूर्य के बीच की औसत दूरी $= 1.5 \times 10^{11}$ m, $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2/kg^2

अत :

$$F = \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times2\times10^{30}}{(1.5\times10^{11})^2} N$$

$$F = \frac{6.67\times6\times2\times10^{-11}\times10^{24}\times10^{30}}{(1.5\times10^{11})^2} N$$

$$= \frac{6.67\times6\times2\times10^{-11+24+30-22}}{1.5^2} N$$

$$= \frac{6.67\times6\times2}{1.5^2}\times10^{21} N = 35.57\times10^{21} N$$

अतः सूर्य एवं पृथ्वी एक दूसरे को 35.57×10^{21}N बल से आकर्षित करते हैं।

क्रियाकलाप–2

आप अपने तथा अपने से 1 मीटर दूर बैठे अपने मित्र के बीच लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के मान का अभिकलन कीजिए। बताइए क्या आप इस बल का अनुभव कर पाते हैं? यदि नहीं तो क्यों?

11.2 गुरुत्वीय त्वरण 'g' (Gravitational acceleration 'g')

गति के अध्याय में आपने जाना कि बल के कारण किसी वस्तु में त्वरण उत्पन्न होता है। **किसी वस्तु को जब पृथ्वी गुरुत्वाकर्षण बल से आकर्षित करती है तब उस वस्तु में भी त्वरण उत्पन्न होता है। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण वस्तु में उत्पन्न त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण कहते हैं। गुरुत्वीय त्वरण को 'g' से दर्शाते हैं।**

समीकरण 4 एवं न्यूटन के गति के द्वितीय नियम की सहायता से हम 'g' का मान निकाल सकते हैं। मान लें कि पृथ्वी के सतह पर एक 'm' द्रव्यमान की वस्तु है। पृथ्वी उस वस्तु के ऊपर F बल लगा रही है। समीकरण (4) से,

$$F = G\frac{Mm}{R^2} \quad ....(5)$$

M = पृथ्वी का द्रव्यमान, R = पृथ्वी के केंद्र से सतह की दूरी, m = वस्तु का द्रव्यमान है।

इस वस्तु में गुरुत्वाकर्षण बल कितना त्वरण उत्पन्न करेगा?

न्यूटन के गति के द्वितीय नियम अनुसार, यदि यह त्वरण 'g' है तो

$$F = mg \quad ....(6)$$

समीकरण (5) एवं (6) को एक साथ लिखने पर

$$mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

$$g = G\frac{M}{R^2} \quad ....(7)$$

समीकरण (7) की सहायता से हम 'g' के मान की गणना कर सकते हैं। पृथ्वी का द्रव्यमान $M = 6 \times 10^{24}$ kg और त्रिज्या $R = 6.4 \times 10^6$ m।

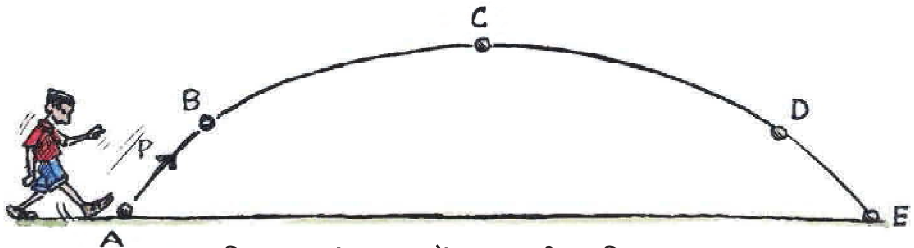
गणना करने पर 'g' का मान 9.81 m/s^2 के लगभग है। इस अध्याय में सभी गणितीय सवालों को हल करने के लिए सुविधा के लिए हम 'g' के मान को 10 ms^{-2} लेंगे। क्या 'g' का मान सभी स्थान पर एक ही है? क्या 'g' का मान वस्तु के द्रव्यमान, आयतन, आकार, वस्तु की प्रकृति, घनत्व, पृथ्वी के ऊपर की अवस्था और पृथ्वी के केंद्र से दूरी पर निर्भर करेगा? इनमें से कौन से कारक महत्वपूर्ण हैं?

क्या पृथ्वी के ध्रुव और भूमध्य रेखा पर 'g' का मान समान है? कहाँ पर यह मान अधिक होगा? अपने साथियों से चर्चा करें?

11.3 मुक्त पतन (Free fall)

चित्र 3 में दिखाए अनुसार एक बालक गेंद को पृथ्वी से ऊपर किक करता है। गेंद का ऊपर जाने से लेकर नीचे आने तक का पथ ABCDE द्वारा दिखाया गया है जिसमें A गेंद की प्रारंभिक स्थिति, C गेंद की अधिकतम ऊँचाई तथा E गेंद की अंतिम स्थिति है।

UVHSYA



चित्र क्रमांक–3: गेंद **P** की गति का पथ

- क्या आप बता सकते हैं कि B, C, D एवं E अवस्थाओं पर P के ऊपर कौन कौन से बल क्रियाशील हैं?
- क्या गुरुत्वाकर्षण बल के अलावा वस्तु P पर कोई अन्य बल भी क्रियाशील है जो वस्तु को गतिशील करने के लिए प्रयोग में आया है?
- क्या वस्तु को पैर से किक करने के बाद भी वह बल क्रियाशील होता है? यदि हाँ तो कितने समय तक क्रियाशील रहेगा?
- इस क्रियाशील बल के कारण वस्तु में कितना त्वरण उत्पन्न होगा? यदि इस पथ पर वस्तु P पर सिर्फ पृथ्वी द्वारा लगाया गया गुरुत्वाकर्षण बल क्रियाशील है और यह बल पृथ्वी के केंद्र की ओर क्रियाशील है, ऐसे में वस्तु कैसे ऊपर की ओर जा रही है? ये सभी प्रश्न स्वाभाविक हैं।

ऐसा अक्सर सोचा जाता है कि यदि वस्तु में गति है तो उस पर जरूर गति की दिशा में बल लग रहा होगा। मगर ऐसा हमेशा नहीं होता। आपने बल एवं गति के नियम के अध्याय में देखा कि जरूरी नहीं है कि यदि वस्तु गति कर रही है तो उस पर कोई बल क्रिया कर रहा हो। हम ने गति के द्वितीय नियम से यह भी देखा है कि वस्तु के ऊपर क्रियाशील बल, संवेग के परिवर्तन के दर के अनुक्रमानुपाती होता है। किन्तु यह आवश्यक नहीं है कि वह संवेग की दिशा में हो। यदि वह संवेग की दिशा के विपरीत है तो वह संवेग को घटाएगा।

वास्तव में चलती हुई हर वस्तु की गति के विपरीत वायु बल लगाती है। मगर यह बल बहुत कम होता है और सहजता के लिए वायु द्वारा लगाए गए बल को हम अधिकांशतः नजरअंदाज कर देते हैं।

हम जब किसी वस्तु पर बल लगा कर उसे ऊपर की ओर फेंकते हैं तो हम वस्तु को प्रारम्भिक गति देते हैं। इस प्रारम्भिक गति तथा संवेग के लिए बल चाहिए। शुरू में फेंकते समय हम बल लगाते हैं, पर सवाल यह है कि जब वस्तु हाथ से निकल जाती है, तब क्या हाथ से दिया हुआ बल वस्तु पर अब भी क्रिया कर रहा होगा?

गति के प्रथम नियम के अनुसार बल लगाने पर वस्तु में गति का संचार होता है और फिर जड़त्व के कारण वस्तु ऊपर की दिशा में चलती रहती है। हाथ से निकलने के बाद वस्तु पर सिर्फ गुरुत्वाकर्षण बल ही क्रियाशील होता है। इसका अर्थ यह हुआ की वस्तु में जो त्वरण होगा वह सिर्फ गुरुत्वाकर्षण बल के कारण ही होगा।

वस्तु की गति की जिस–जिस स्थिति में वस्तु पर सिर्फ गुरुत्वाकर्षण बल क्रियाशील हो, उस स्थिति को स्वतंत्र रूप से नीचे गिरना या मुक्त पतन कहा जाता है। क्या आप ऐसी कुछ और परिस्थितियों के बारे में सोच सकते हैं जहाँ वस्तु मुक्त पतन की अवस्था में होती है? समूह में चर्चा करें।

आपने गति के अध्याय में वस्तु की गति के समीकरणों के बारे में पढ़ा है। उन समीकरणों में त्वरण ‘a’ के स्थान पर 'g' लिखकर हम यह बताते हैं कि यह त्वरण गुरुत्वाकर्षण बल के कारण है।

गुरुत्वीय त्वरण में गति के समीकरण

1. $v = u + gt$

2. $h = ut + \frac{1}{2} gt^2$

3. $v^2 = u^2 + 2gh$, (h = वस्तु की पृथ्वी के तल से ऊँचाई)

हम कुछ उदाहरण लेकर इसे समझने की कोशिश करेंगे। मान लें कि आप दो अलग–अलग द्रव्यमान की वस्तुओं A एवं B को 100 m ऊपर से स्थिरावस्था से छोड़ते हैं। A एवं B के द्रव्यमान क्रमशः 2 kg और 10 kg है। 10 m दूरी तय करने के बाद दोनों के चाल का मान क्या होगा? अगले 10 m के बाद में चाल क्या होगी? इनके चाल की गणना करके तालिका 1 की पूर्ति करें।

सारणी क्रमांक–1 मुक्त पतन में वस्तुओं की स्थिति, समय एवं चाल

तय की गई दूरी (m में)	वस्तु A की चाल (m/s)	वस्तु B की चाल (m/s)	वस्तु A को दूरी तय करने में लगा समय (s)	वस्तु B को दूरी तय करने में लगा समय (s)
0				
10			$\sqrt{2}$	
20	20 (लगभग)			
....				
100		$20\sqrt{5}$		$2\sqrt{5}$

इस सारणी के आधार पर स्थिति और समय के बीच, चाल और समय के बीच तथा स्थिति और चाल के बीच ग्राफ खींचिए।

क्या वस्तु के द्रव्यमान का उसकी चाल पर कोई प्रभाव होता है?

उदाहरण–2 : 20 m ऊंची मीनार की चोटी से एक पत्थर छोड़ा जाता है। पृथ्वी की सतह पर पहुँचने से पहले उसका वेग क्या होगा? पत्थर के पृथ्वी पर पहुँचने में लगे समय की गणना कीजिए। 'g' का मान $10 m/s^2$ लिया जाए।

हल : मीनार की ऊँचाई, $h = 20$ m

पत्थर का प्रारम्भिक वेग, $u = 0$

$g = 10 m/s^2$

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

$$20 = 0 \times t + \frac{1}{2} 10t^2$$

$5t^2 = 20$

$t^2 = 4$

$t = 2s$

अतः वस्तु को पृथ्वी पर पहुँचने में लगा समय 2 सेकण्ड है।

(ii) पत्थर का वेग–

$v = u + gt$

$= u + 10 \times 2$ m/s (u=0)

$= 20$ m/s

अतः पृथ्वी पर पहुँचने से पहले पत्थर की चाल, 20m/s है।

उदाहरण–3 : ऊर्ध्वाधर दिशा में ऊपर की ओर फेंकी गई एक गेंद 6 s में फेंकने वाले के पास लौट आती है। बताओ–

1. गेंद किस वेग से ऊपर फेंकी गई?
2. गेंद की अधिकतम ऊँचाई क्या थी?
3. 4 सेकंड पश्चात गेंद की स्थिति।

हल :

1. गेंद का प्रारम्भिक वेग, $u = ?$

गेंद का अंतिम वेग, $v = 0$ m/s

गेंद को ऊपर जाने में लगा समय $t = 3$ s

वस्तु प्रथम 3 sec में ऊपर जाएगी फिर अगले 3 sec में नीचे आएगी

अतः गेंद को पूरी दूरी तय करने के लिए लगा समय $= 3s + 3s = 6s$

गेंद का वेग

$v = u - gt$

$0 = u - 10 \times 3$ m/s (गुरुत्वाकर्षण बल के विपरीत दिशा में गति के कारण ऋण लिया गया)

$u = +30$m/s

2. गेंद की अधिकतम ऊँचाई

$$s = ut - \frac{1}{2} gt^2$$

$=30\times3-\frac{1}{2}\times10\times3^2 m$

$= 90 - 45$ m

$= 45$ m

3. वापस आते समय 1 sec में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी

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

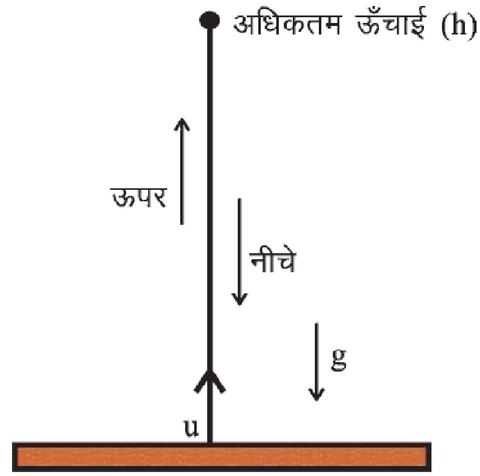
$= 0+\frac{1}{2}\times10\times1^2 m$

$= 5$ m

अतः 4 sec पश्चात् गेंद की स्थिति 45 m – 5 m = 40 m

प्रश्न :

1. किसी भी 'm' द्रव्यमान की वस्तु को पृथ्वी की सतह पर 'h' ऊँचाई से स्थिर अवस्था से गिराते हैं, तो सतह पर पहुँचने के ठीक पूर्व उसका वेग क्या होगा?
2. एक गेंद को चित्र–4 में दिखाए अनुसार ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर 5 m/s चाल से फेंकिए। गेंद कितनी ऊँचाई तय करेगी और कितने समय बाद पुनः आपके हाथ में लौटकर आएगी? गेंद की किस अवस्था में चाल सब से कम होगी और उसका मान क्या होगा?



चित्र क्रमांक–4 : गेंद की गति

11.4 द्रव्यमान एवं भार (Mass and weight)

आप जानते हैं कि जड़त्व द्रव्यमान पर निर्भर करता है। **किसी वस्तु में पदार्थ की कुल मात्रा को हम वस्तु का द्रव्यमान कहते हैं।** किसी वस्तु में यदि पदार्थ के कुल परिमाण में कोई परिवर्तन नहीं किया गया तो किसी भी स्थान पर उस वस्तु का द्रव्यमान स्थिर रहेगा। हम अक्सर वस्तु को द्रव्यमान में मापते हैं, जैसे 2 kg चावल, 1 kg दाल, 3 kg शक्कर आदि। यदि हम 2 kg द्रव्यमान चावल को धरती से चंद्रमा पर लेकर जाएं तो चावल का द्रव्यमान चंद्रमा पर भी 2 kg ही होगा। SI पद्धति में द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम (kg) है।

UVHNZX

किसी वस्तु को धरती जिस बल से अपनी ओर आकर्षित करती है उसे वस्तु का भार कहते हैं। SI पद्धति में भार का मात्रक न्यूटन (newton) है।

समीकरण (6) से हम जानते हैं कि पृथ्वी की किसी निश्चित सतह पर 'm' kg द्रव्यमान की एक वस्तु पर पृथ्वी mg बल लगाती है। अर्थात 'm' kg द्रव्यमान की वस्तु का भार पृथ्वी की उसी निश्चित सतह पर mg है। आपको

क्या लगता है कि पृथ्वी की सभी सतह पर वस्तु का भार उतना ही है? क्या किसी वस्तु का भार पृथ्वी, चंद्रमा और सूरज की सतह पर स्थिर रहेगा?

प्रश्न :

1. चंद्रमा का द्रव्यमान $M_{moon} = 7 \times 10^{22}$ kg, एवं त्रिज्या $R_{moon} = 1700$ km है। समीकरण 7 की सहायता से चंद्रमा की सतह पर किसी 'm' द्रव्यमान की वस्तु पर त्वरण का मान ज्ञात करें। (त्रिज्या को मीटर में लें)
2. पृथ्वी एवं चंद्रमा की सतह पर 'm' द्रव्यमान की वस्तु के भार की तुलना करें।
3. पृथ्वी और चंद्रमा के केन्द्रों के बीच की दूरी 3.84×10^5 km है। पृथ्वी और चंद्रमा एक दूसरे पर कितना बल लगाएंगे?

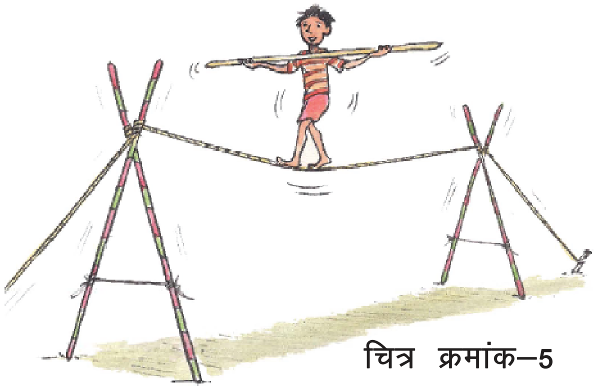
क्रियाकलाप–3

अपनी कक्षा के तीन दोस्तों का द्रव्यमान पता कीजिए। उन तीनों दोस्तों पर पृथ्वी द्वारा लगने वाले बल की गणना तथा तुलना कीजिए। चंद्रमा पर इन तीनों के ऊपर लगने वाले बल में क्या परिवर्तन होगा?

11.5 गुरुत्वीय केंद्र (Centre of gravity)

UH6K2K

आपने कभी मेलों में या अपने घर के आस–पास किसी बच्चे या बड़े व्यक्ति को एक मोटी रस्सी पर चलते देखा होगा। वह अपना संतुलन उस रस्सी पर कैसे बना पाता है?



चित्र क्रमांक–5

रस्सी पर चलते समय वह अपने दोनों हाथों को फैला देता है या कभी–कभी एक सीधी लम्बी लकड़ी का सहारा लेता है। क्या आपने कभी सोचा है कि वह ऐसा क्यों करता है?

क्रियाकलाप–4

क्या आप बिना झुके उठ सकते हैं?

एक कुर्सी पर चित्र क्रमांक–6 में दिखाए अनुसार आराम से बैठिए। उस कुर्सी से बिना अपने पैर मोड़े उठने का प्रयास कीजिए।

- क्या हम ऐसा कर सकते हैं? यदि नहीं तो क्यों?

चित्र क्रमांक–6

क्रियाकलाप–5

किसी बाँस की लम्बी लकड़ी को अपनी हथेली पर संतुलित करने का प्रयास कीजिए।

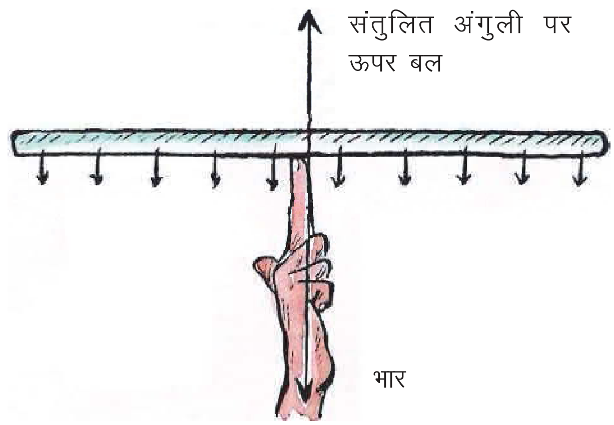
यह किस स्थिति में संभव हो रहा है?

भार वितरण की औसत या संतुलित स्थिति को गुरुत्वीय केंद्र कहा जाता है। वह बिंदु जहाँ पर वस्तु का कुल भार केन्द्रित होता हुआ प्रतीत होता है, गुरुत्वीय केंद्र कहलाता है।

क्रियाकलाप–6

गुरुत्वीय केंद्र ज्ञात करना

एक मीटर पैमाना लीजिए। अपनी एक अंगुली पर इसे विभिन्न बिंदुओं से इसे संतुलित करने का प्रयास कीजिए। आप क्या देखते हैं? क्या पैमाने के मध्य बिंदु से उसे संतुलित किया जा सकता है? ऐसा क्यों हुआ?



चित्र क्रमांक–7

एक नियमित आकार की वस्तु जैसे मीटर पैमाने का गुरुत्वीय केंद्र उसके मध्य बिंदु पर होता है। उस पैमाने का संपूर्ण भार उस बिंदु पर केंद्रित माना जा सकता है। उस एक बिंदु पर आधार देने के कारण संपूर्ण पैमाने को आधार प्राप्त होता है।

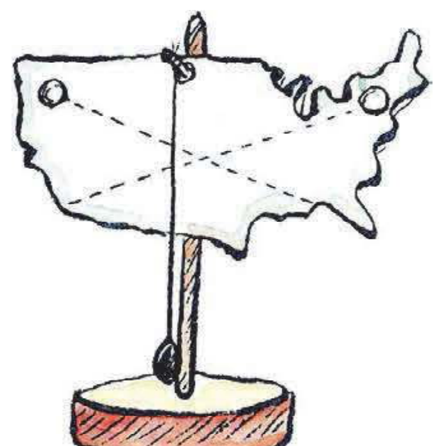
किसी वस्तु को संतुलित कर उसका गुरुत्वीय केंद्र आसानी से ज्ञात किया जा सकता है। मीटर पैमाने के साथ–साथ कई छोटे तीर गुरुत्वीय बल का प्रतिनिधित्व करते हैं। इन सभी का योग गुरुत्वीय केंद्र पर परिणामी बल होगा।

पैमाने का संपूर्ण भार उस एक बिंदु पर केंद्रित माना जा सकता है। अतः इस बिंदु से गुजरा हुआ एकल बल ऊपरी दिशा में आरोपित करने पर पैमाना संतुलित किया जा सकता है।

- किसी वस्तु का गुरुत्वीय केंद्र कैसे ज्ञात किया जा सकता है?

स्वतंत्रतापूर्वक लटकती (निलंबित) वस्तु का गुरुत्व केंद्र निलंबन बिंदु के ठीक नीचे रहता है।

यदि निलंबन बिंदु से गुजरती हुई एक ऊर्ध्वाधर रेखा खींची जाए तो उस रेखा के साथ–साथ कहीं पर गुरुत्वीय केंद्र होगा। उसकी सही स्थिति जानने के लिए उस वस्तु को किसी अन्य बिंदु से निलंबित कीजिए तथा दूसरी ऊर्ध्वाधर रेखा उस निलंबन बिंदु से खींचिए। इन दो रेखाओं का प्रतिच्छेद बिंदु ही गुरुत्वीय केंद्र है।


चित्र क्रमांक–8

इसी प्रकार रस्सी पर चलने वाले व्यक्ति का गुरुत्वीय केन्द्र भी ठीक उसके बीच में होता है। सीधी लम्बी लकड़ी का सहारा लेकर वह अपने गुरुत्वीय केन्द्र को नीचे की ओर (घुटने या पैर पर) केन्द्रित करने का प्रयास करता है जिससे वह आसानी से उस रस्सी पर चल पाता है।

क्रियाकलाप–7

एक वलय के गुरुत्वीय केंद्र को ज्ञात करना

दी गई विधि में समझाया गया है कि कैसे गुरुत्वीय केंद्र प्राप्त किया जाता है। इसी के आधार पर वलय का गुरुत्वीय केंद्र भी ज्ञात किया जा सकता है।

- एक वलय का गुरुत्वीय केंद्र कहाँ होता है?
- क्या किसी वस्तु का गुरुत्वीय केंद्र उसके बाहर हो सकता है?
- जहाँ वस्तु का कोई द्रव्यमान नहीं है, क्या वहाँ पर गुरुत्वीय केंद्र हो सकता है?

स्थिरता

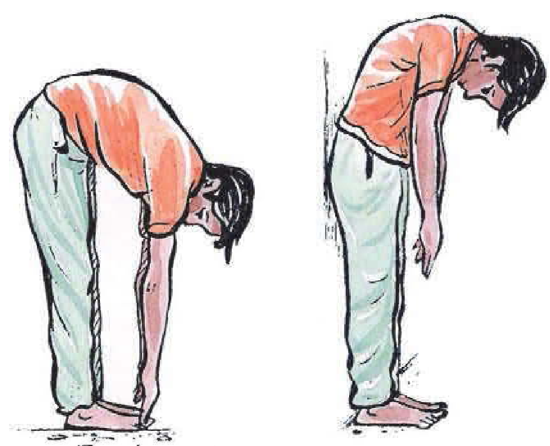
स्थिरता के लिए गुरुत्वीय केंद्र की जगह ज्ञात करना आवश्यक है। किसी भी आकार की वस्तु के गुरुत्वीय केंद्र से एक रेखा नीचे की ओर खींचिए यदि वह वस्तु के आधार के अंतर्गत है तो वस्तु स्थिर रहेगी।

यदि गुरुत्वीय केंद्र वस्तु के आधार के बाहर होता है तो वस्तु अस्थिर होती है।

क्रियाकलाप–8

गुरुत्वीय केंद्र का परिवर्तन और उसका प्रभाव

जब आप सीधे खड़े होते हैं तो आपका गुरुत्व केंद्र कहाँ होता है?



(अ) (ब)

चित्र क्रमांक–9

अँगूठे को छूने का प्रयास कीजिए। दीवार के साथ खड़े रहकर इसे पुनः दोहराइए जैसा कि चित्र क्रमांक–9 (ब) में दर्शाया गया है।

- चित्र क्रमांक–9 (ब) में दर्शाई स्थिति में क्या आप अपने पैर के अँगूठे को छू सकते हैं? यदि नहीं तो क्यों?
- इन दोनों स्थितियों में आप अपने शरीर के गुरुत्व केंद्र में क्या परिवर्तन देखते हैं?

सोचिए :

- एक गोले और एक त्रिभुजाकार पटल का गुरुत्वीय केंद्र कहाँ होता है?
- क्या किसी वस्तु का एक से अधिक गुरुत्वीय केंद्र हो सकता है?
- पीसा की झुकी मीनार गिरती क्यों नहीं है?
- अपनी पीठ पर भारी वजन उठाते समय आपको सामने क्यों झुकना पड़ता है?

हमने सीखा

- ब्रह्मांड की सभी वस्तुएँ द्रव्यमान के कारण एक दूसरे पर आकर्षण बल लगाती हैं। द्रव्यमान के कारण आकर्षित करने का यह गुण गुरुत्वाकर्षण बल कहलाता है। (यह केन्द्रीकृत बल है।)
- सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक को G से दर्शाया जाता है। G का मान 6.67×10^{-11} Nm^2/kg^2
- गुरुत्वीय त्वरण, g का मान $9.81\ m/s^2$ माना जाता है।
- पृथ्वी पर मुक्त पतनशील वस्तु 'g' त्वरण से गतिशील होती है।
- वस्तु का द्रव्यमान एक स्थिर राशि है। मगर किसी वस्तु का भार वस्तु के ऊपर क्रियाशील गुरुत्वीय त्वरण पर निर्भर है।

मुख्य शब्द (Keywords)

गुरुत्वाकर्षण (gravitation), सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक (universal gravitational constant), गुरुत्वीय त्वरण (gravitational acceleration), द्रव्यमान (mass), भार (weight), त्रिज्या (radius), मुक्तपतन (freefall), गुरुत्वीय केंद्र (centre of gravity)

UHFG48

अभ्यास

1. बहुविकल्पीय प्रश्न :–

   (i) दो वस्तुओं के मध्य लग रहा गुरुत्वाकर्षण बल निर्भर नहीं करता–

   (अ) दोनों वस्तुओं के मध्य की दूरी पर

   (ब) दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान के गुणनफल पर

   (स) दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान के योग पर

   (द) गुरुत्वाकर्षण नियतांक पर

(ii) G का मान है –

(अ) $7.67 \times 10^{11} Nm^2/kg^2$ (ब) $6.67 \times 10^{11} Nm^2/kg$

(स) $6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$ (द) $5.67 \times 10^{11} Nm^2/kg^2$

(iii) पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण का मान होता है–

(अ) $9.8\ m/s^2$ (ब) $8.8\ m/s^2$

(स) $4.8\ m/s^2$ (द) $8.9\ m/s^2$

(iv) सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियम से दो पिण्डों जिनका द्रव्यमान m_1 और m_2 है और जिनके बीच की दूरी R है के मध्य लगने वाला बल बराबर है–

(अ) $F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$ (ब) $F = G\frac{m_1 m_2}{R^4}$

(स) $F = Gm_1m_2/R$ (द) $F = G\frac{M}{R}$

(v) गुरुत्वीय बल के विरुद्ध ऊपर की ओर गति कर रही वस्तु का उसकी अधिकतम ऊँचाई पर अंतिम वेग क्या होगा?

(अ) 0 (ब) $u^2/2g$

(स) h/t (द) $2gh$

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए –

(i) 10 kg द्रव्यमान की वस्तु का पृथ्वी पर भार .... होगा।

(ii) विराम अवस्था से मुक्त रूप से पृथ्वी की ओर h ऊँचाई से गिरती हुई वस्तु का वेग .... होगा।

(iii) सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक का मान .... होता है।

(iv) गुरुत्वीय त्वरण 'g' का SI पद्धति में मात्रक .... है।

(v) दो भिन्न–भिन्न द्रव्यमान की वस्तुएं यदि समान ऊँचाई से गिराई जाएँ तो वे .... समय में पृथ्वी की सतह पर पहुँचेंगी।

3 पृथ्वी तथा उसकी सतह पर रखी किसी 1 kg की वस्तु के बीच गुरुत्वीय बल का परिमाण क्या होगा? यहाँ पृथ्वी का द्रव्यमान $= 6 \times 10^{24}$ kg और पृथ्वी के केंद्र से उसकी सतह की दूरी = 6400 km है।

4. दो वस्तुओं के बीच लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल का मान क्या होगा यदि–

(i) एक वस्तु का द्रव्यमान दो गुना कर दिया जाए।

(ii) वस्तुओं के बीच की दूरी तीन गुना कर दी जाए।

(iii) दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान दो गुना कर दिया जाए।

5. एक कागज की शीट उसी प्रकार की शीट को मोड़कर बनाई गई गेंद से धीमी क्यों गिरती है?

6. गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम का क्या महत्व है?

7. यदि चंद्रमा पृथ्वी को आकर्षित करता है, तो पृथ्वी चंद्रमा की ओर गति क्यों नहीं करती?

8. एक गेंद उर्ध्वाधर दिशा की ओर 49 m/s के वेग से फेंकी जाती है। परिकलन कीजिए–

   (i) गेंद की अधिकतम ऊँचाई

   (ii) पृथ्वी की सतह तक वापस लौटने में गेंद को लगा कुल समय।

9. किसी वस्तु को यदि 10 m/s की वेग से ऊर्ध्वाधर फेंका जाए तो वह कितने समय पश्चात और कितने वेग से वापस आयेगी? (2 s, 10 m/s के)

10. दो वस्तुओं के बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल F है। किन–किन परिस्थितियों में दोनों वस्तुओं के बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल 4F होगा?

11. दो विभिन्न द्रव्यमान वाली वस्तुएँ एक साथ पृथ्वी पर क्यों पहुँचती हैं? क्या दोनों वस्तुओं पर लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल बराबर है?

12. m द्रव्यमान की वस्तु में पृथ्वी द्वारा उत्पन्न त्वरण का सूत्र व्युत्पन्न कीजिए तथा इसके मान की गणना करो।

अध्याय–12
कार्य एवं ऊर्जा
(Work and Energy)

पिछले अध्यायों में हम विज्ञान की कुछ मुख्य अवधारणाओं जैसे– वस्तुओं की गति, बल के कारण गति, गति के नियमों तथा गुरुत्वाकर्षण के बारे में चर्चा कर चुके हैं। कार्य एवं ऊर्जा भी विज्ञान की महत्वपूर्ण अवधारणाएँ हैं जो हमें अनेक प्राकृतिक घटनाओं को समझने और उनकी व्याख्या करने में मदद करती हैं। इस अध्याय में हम इनका अध्ययन करेंगे।

हम अपने दैनिक जीवन में 'कार्य' तथा 'ऊर्जा' शब्द का प्रयोग अनेक संदर्भों में करते हैं। जैसे वह खेत में कार्य करता है, वह बहुत ऊर्जावान व्यक्ति है आदि। किसी भी कार्य को करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। मनुष्य एवं मशीन भी कार्य करने के लिए ऊर्जा का उपयोग करते हैं, जैसे– विद्यार्थी घर से विद्यालय तक पहुँचने के लिए साइकिल चलाने या पैदल चलने में अपनी ऊर्जा का उपयोग करता है। इसी प्रकार विद्युत बल्ब रोशनी देने के लिए विद्युत ऊर्जा का उपयोग करता है।

सोचें

- उपयोग में ली गई ऊर्जा कहाँ जाती है?
- क्या ऊर्जा के उपयोग किए बिना कार्य किया जा सकता है?

इस अध्याय में हम इन प्रश्नों को समझने का प्रयास करेंगे।

12.1 कार्य

दैनिक जीवन में सामान्यतया किसी भी लाभदायक शारीरिक एवं मानसिक परिश्रम को कार्य समझा जाता हैं। जैसे– विद्यार्थी परीक्षा के समय अध्ययन में बहुत समय व्यतीत करता है। पुस्तकें पढ़ता है, प्रश्न पत्रों को हल करता है, कक्षा में विचार–विमर्श करता है। सामान्य भाषा में वह कठोर परिश्रम यानि कार्य करता है। इसी प्रकार किसी भी गीत को गुनगुनाना, मित्रों से बातचीत करना, विद्यालय के लिए कार्य योजना बनाना, सोच–विचार करना आदि सभी को कार्य समझा जाता है।

किन्तु विज्ञान में भौतिक कार्य की परिभाषा अलग होती है।

विज्ञान में कार्य करने के लिए दो दशाओं का होना आवश्यक है–

- वस्तु पर कोई बल लगना चाहिए।
- वस्तु विस्थापित होनी चाहिए या वस्तु की स्थिति में परिवर्तन होना चाहिए।

चित्र क्रमांक–1

भौतिक कार्य तभी होगा जब बल की उपस्थिति में वस्तु में विस्थापन हो। अन्य सभी कार्य भौतिक कार्य नहीं है। इसी प्रकार व्यक्ति का ऊर्जावान होना व विद्युत ऊर्जा अथवा ऊष्मा या गतिज ऊर्जा अलग अवधारणाएं हैं। इस अध्याय में हम भौतिक कार्य व भौतिक ऊर्जा का अध्ययन करेंगे।

भौतिक कार्य के उदाहरण

एक पुस्तक को उठाएँ, इसके लिए आपको बल लगाना पड़ता है और पुस्तक ऊपर की ओर विस्थापित होती है, इसलिए यह विज्ञान में कार्य माना जाएगा। पुस्तक ऊपर उठाने में लगा बल गुरुत्वाकर्षण बल के विरूद्ध कार्य करता है व पुस्तक की गति में परिवर्तन होता है।

चित्र क्रमांक–2

आइए, दैनिक जीवन के उन उदाहरणों पर विचार करते हैं जिन्हें हम सामान्य भाषा में कार्य कहते हैं। विद्यार्थी परीक्षा के समय कठोर कार्य करता है। चूंकि कार्य की वैज्ञानिक अवधारणा के अनुसार यहाँ बल एवं विस्थापन की दशाएँ नहीं होती हैं। अतः विज्ञान में विद्यार्थी के इस कठोर परिश्रम को कार्य नहीं कहा जाएगा।

इसी प्रकार गीतों को गुनगुनाना, विचार–विमर्श करना आदि भी विज्ञान की दृष्टि में कार्य नहीं हैं। उदाहरण के लिए यदि आप एक कुर्सी को 10 मिनट तक उठाकर रखें तो क्या आपने कार्य किया होगा? शायद आपकी थकान से आपको लगे कि आपने बहुत कार्य किया है परन्तु भौतिक कार्य की परिभाषा के अनुसार कुर्सी को उठाए रखने में आपने कुर्सी पर कोई कार्य नहीं किया। यद्यपि कुर्सी को उठाए रखने के लिए आपने बल लगाया पर कुर्सी में विस्थापन नहीं हुआ। चूंकि कुर्सी में विस्थापन नहीं हुआ इसलिए आपके द्वारा लगाए गए बल ने कुर्सी पर कोई कार्य नहीं किया।

जैसे कि कुर्सी को उठाते समय, कुर्सी की स्थिति में कुछ परिवर्तन हुआ। उस समय आपने भौतिक कार्य किया। उसके बाद वस्तु को उठाए रखने पर कोई अतिरिक्त कार्य नहीं हुआ।

नीचे कुछ परिस्थितियाँ दी गई हैं। बताइए इनमें से किस–किस में कार्य हो रहा है, किसमें नहीं और क्यों?

चित्र क्रमांक–3

चित्र क्रमांक–4

1. आपने एक बहुत बड़ी चट्टान को धकेला पर वह नहीं हिली।
2. आप सीढ़ियों पर चढ़कर इमारत की दूसरी मंजिल पर पहुँचे।
3. यात्री स्टेशन पर बैग खींचकर कुछ दूरी तक ले जाता है।
4. एक चलते हुए साइकिल को रोकना।

क्रियाकलाप–1

- आपकी कक्षा में कुर्सी, टेबल, बेंच आदि रखे होंगे। इन सभी को एक–एक कर एक ऊँचाई तक उठाकर देखें। अब बताइए, इनमें से किस वस्तु को एक ही ऊँचाई तक उठाने में आपको सबसे ज्यादा कार्य करना पड़ेगा और क्यों?

एक नियत बल द्वारा किया गया कार्य

बल व विस्थापन पता होने पर हम कार्य की गणना कर सकते हैं।

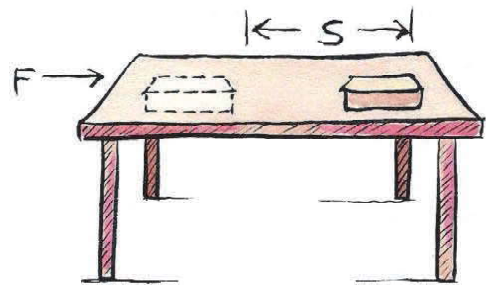
मान लें किसी वस्तु पर एक नियत बल F लगाने पर वस्तु अपनी क्रिया बिन्दु से S दूरी विस्थापित होती है। जैसा कि चित्र क्रमांक–5 में दर्शाया गया है।

कार्य की वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार किए गए कार्य का मान बल तथा वस्तु का बल की दिशा में विस्थापन के गुणनफल के बराबर होता है।

अर्थात किया गया कार्य = बल × वस्तु का बल की दिशा में विस्थापन

$$W = FS$$

अतः कार्य एक अदिश राशि है।



चित्र क्रमांक–5

हम जानते हैं कि बल की SI इकाई न्यूटन (N) तथा दूरी की इकाई मीटर (m) होती है। अतः कार्य की इकाई (अथवा मात्रक) न्यूटन × मीटर (Nm) होगी। इसे जूल (J) भी कहा जाता है।

समीकरण $W = FS$ में

यदि $F = 1$ न्यूटन (N)

$S = 1$ मीटर (m)

तो $W = FS$

$W = 1N \times 1m$

$= 1$ Nm (न्यूटन मीटर) या 1J होगा।

अर्थात् 1 जूल (J) कार्य की वह मात्रा है जो 1 न्यूटन बल लगाने पर वस्तु को बल की दिशा में 1m विस्थापित करती है।

उदाहरण–1 : एक लड़की टेबल पर रखी हुई किताब पर 4.5 N न्यूटन का बल लगाती है। किताब बल की दिशा में 30 सेमी विस्थापित हो जाती है। वस्तु पर बल द्वारा किए गए कार्य की गणना करें?

हल : पुस्तक पर लगाया गया बल $F = 4.5$ न्यूटन

बल की दिशा में पुस्तक का विस्थापन $S = 30$ सेमी

$$S = \frac{30}{100} \text{ मीटर}$$

$$S = 0.3 \text{ मीटर}$$

किया गया कार्य $W = F \times S$

$$W = 4.5 \text{ N} \times 0.3 \text{ m}$$

$$W = 1.35 \text{ J}$$

उदाहरण–2 : एक व्यक्ति 20 किग्रा द्रव्यमान की वस्तु को पृथ्वी से 3 मीटर ऊपर उठाता है। उसके द्वारा वस्तु पर किए गए कार्य का परिकलन करें। $(g = 9.8 \text{ m/sec}^2)$

हल : वस्तु का द्रव्यमान $m = 20$ किग्रा

विस्थापन $S = 3$ मीटर

बल $F = mg$

$$= 20 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/sec}^2$$

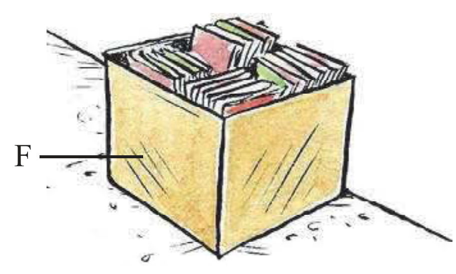
$$= 196 \text{ N}$$

किया गया कार्य $W = F \times S$

$$= 196 \text{ N} \times 3 \text{ m}$$

$$= 588 \text{ J}$$

- पुस्तकों से भरा एक बॉक्स दीवार से सटा हुआ है और आपके काफी प्रयासों के बावजूद बॉक्स विस्थापित नहीं होता है। (चित्र क्रमांक–6 में बताए अनुसार)। कार्य के समीकरण W=FS को ध्यान में रखकर यहाँ कार्य की गणना करें।

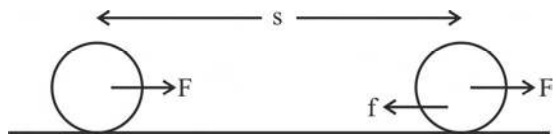


चित्र क्रमांक–6

- ऐसी और परिस्थितियों के बारे में सोचें जहाँ बल लगने पर भी वस्तु में विस्थापन न हो।
- क्या कोई ऐसी परिस्थिति भी सोची जा सकती है जहाँ बल न लगने पर भी विस्थापन हो? अपनी शिक्षिका/शिक्षक से चर्चा करें।

एक अन्य स्थिति पर विचार करें–

मान लीजिए आप एक वस्तु पर (F) बल लगाते हैं और वस्तु (S) दूरी तक जाकर रुक जाती है।



चित्र क्रमांक–7

1. जब आप वस्तु पर बल (F) लगाते हैं तब वस्तु बल की दिशा में विस्थापित होती है। यहाँ बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा अर्थात् $W = FS$
2. वस्तु पर उसकी गति की दिशा के विपरीत दिशा में घर्षण बल f कार्य करता हैं जिसके कारण वस्तु S दूरी तक जाकर रुक जाती है। इस स्थिति में घर्षण बल द्वारा वस्तु पर किया गया कार्य ऋणात्मक होगा। यहाँ पर दोनों के बीच का कोण 180° है।

   अर्थात् $W' = -f\,S$

अतः वस्तु पर लगाया गया बल तथा वस्तु का विस्थापन समान दिशा में हो तो बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होता है और यदि बल तथा वस्तु का विस्थापन विपरीत दिशा में हो तो बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होता है।

उदाहरण–1 : एक गोलाकार वस्तु को लुढ़काने पर वह 4 मीटर की दूरी तक विस्थापित होती है। उस पर 15 न्यूटन का घर्षण बल लग रहा है। घर्षण बल द्वारा किए गए कार्य की गणना करें?

हल : वस्तु पर लगने वाला घर्षण बल $F = 15$ न्यूटन

वस्तु का विस्थापन $S = 4$ मीटर

वस्तु का विस्थापन एवं वस्तु पर लगने वाला घर्षण बल की दिशा एक दूसरे के विपरीत है अतः घर्षण द्वारा बल किया गया कार्य–

$$W = -(F \times S)$$

$$W = -(15N \times 4m)$$

$$W = -60\ J$$

उदाहरण–2 : 60 किलोग्राम द्रव्यमान की महिला इमारत की पहली मंजिल तक पहुँचने के लिए 20 सीढ़ियाँ चढ़ती है। जिसमें प्रत्येक सीढ़ी की ऊँचाई 23 सेमी है। इस क्रिया में महिला पर पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किए गए कार्य की गणना करें?

हल : महिला का द्रव्यमान m $= 60\,kg$

महिला पर लग रहा गुरुत्व बल $= 60kg \times 9.8\ Nm/sec^2$

प्रत्येक सीढ़ी की ऊँचाई $= \frac{23}{100}$ m

20 सीढ़ियों की कुल ऊँचाई $h = 20 \times \frac{23}{100}$ m

गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य

$$W = -mgh$$

$$= -60 \times 9.8 \times 20 \times \frac{23}{100}$$

$$= -2704.8 \text{ Nm}$$

$$= -2.70 \text{ KJ}$$

क्रियाकलाप–2

आप एक गेंद को ऊपर की ओर फेंके। इसके लिए आपको बल लगाना पड़ता है। ऊपर की ओर गति करती हुई गेंद पर लगातार गुरुत्वाकर्षण बल कार्य करता है, जो उसकी गति की दिशा के विपरीत है। सोचें और बताएँ कि–

1. ऊपर जाती हुई गेंद पर किस बल द्वारा धनात्मक कार्य किया गया।
2. ऊपर जाती हुई गेंद पर किस बल द्वारा ऋणात्मक कार्य किया गया?
3. अपने उत्तर को कारण देकर स्पष्ट करें।

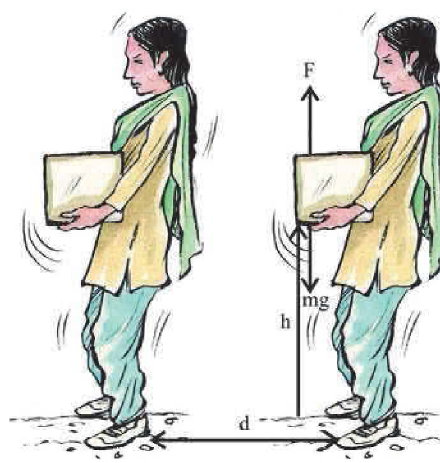
1. एक विद्यार्थी m द्रव्यमान की एक वस्तु को उर्ध्वाधर दिशा में h ऊँचाई तक उठाकर क्षैतिज दिशा में एक समान गति से d दूरी तक चलती है (चित्र क्रमांक–8)।

उपरोक्त स्थिति में विद्यार्थी द्वारा किया गया कार्य कितना होगा?

आइए, इसे समझने का प्रयास करते हैं–

m द्रव्यमान के बॉक्स को h ऊँचाई तक उठाने में विद्यार्थी द्वारा लगाए गए बल द्वारा किया गया कार्य

w = mgh ....(i) (यहाँ बल तथा विस्थापन की दिशा समान है।)



चित्र क्रमांक–8 : विद्यार्थी द्वारा समान उठाते हुए

जब विद्यार्थी बॉक्स को उठाकर क्षैतिज दिशा में चल रही है और उसके चलने की गति समान है तो बॉक्स का त्वरण a शून्य है। अतः इस दिशा में बॉक्स पर लग रहा बल शून्य होगा और बॉक्स पर विद्यार्थी द्वारा किया गया कार्य w = 0 ....(ii)

12.2 ऊर्जा

आपने देखा होगा कि विद्युत बल्ब, ट्यूबलाइट, टीवी, विद्युत पंखे आदि को चलाने के लिए विद्युत की आवश्यकता होती है। रेलगाड़ी, बस, कार मोटरबाईक आदि को चलाने में पेट्रोल, डीजल आदि का उपयोग किया जाता है। क्या आपने कभी सोचा है–

- विद्युत बंद होने पर विद्युतीय उपकरण क्यों बंद हो जाते हैं?
- बिना पेट्रोल, डीजल आदि के वाहन क्यों नहीं चलते हैं?
- पेड़–पौधे सूर्य के प्रकाश की अनुपस्थिति में अपना भोजन क्यों नहीं बना पाते हैं?
- ऊर्जा और कार्य में क्या संबंध है?

इन प्रश्नों पर आपस में चर्चा करें।

आपने पूर्व कक्षाओं में ऊर्जा के बारे में पढ़ा है। ऊर्जा कई रूपों में पाई जाती हैं– जैसे विद्युत ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा आदि। विद्युतीय उपकरणों को विद्युत से ऊर्जा प्राप्त होती है। इसी प्रकार वाहनों को पेट्रोल एवं डीजल से ऊर्जा प्राप्त होती है। पेड़–पौधे सूर्य के प्रकाश से ऊर्जा प्राप्त करके अपना भोजन बनाते हैं।

इस अध्याय में हम केवल यांत्रिक ऊर्जा का अध्ययन करेंगे। यांत्रिक ऊर्जा दो प्रकार की होती है।

1. गतिज ऊर्जा 2. स्थितिज ऊर्जा

12.2.1 गतिज ऊर्जा (Kinetic energy)

क्रियाकलाप–3

1. धातु की एक भारी गेंद लें।
2. इसे गीले रेत से भरी ट्रे की सतह पर 20 cm ऊँचाई से गिराएँ।
3. रेत पर बने गर्त (गड्ढे) की गहराई नापें।
4. उक्त क्रियाकलाप में गेंद को 40 cm, 70 cm तथा 100 cm की ऊँचाई से गिराकर दोहराएँ।
5. प्रत्येक क्रिया में गड्ढे की गहराई नोट करें।

चित्र क्रमांक–9

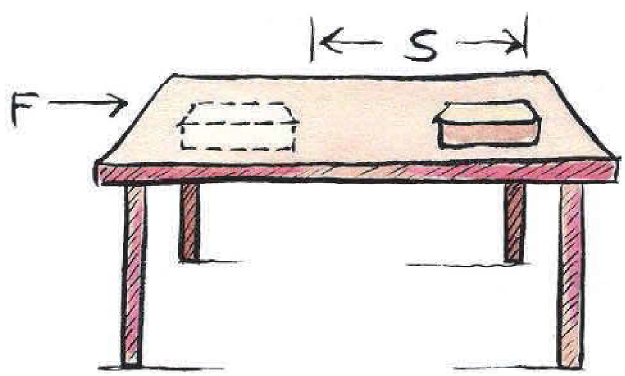
इस क्रियाकलाप के आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर देने का प्रयास करें।

1. गेंद ने किस कारण से रेत में गड्ढा बनाया?
2. गेंद को भिन्न–भिन्न ऊँचाईयों से गिराने पर रेत में बने गड्ढे की गहराई को क्रम में जमाओ। क्या ऊँचाईयों के बढ़ने पर गड्ढे की गहराई बढ़ती है?
3. किस ऊँचाई से गेंद फेंकनें पर गड्ढा सबसे अधिक गहरा बना और क्यों?

प्रत्येक वस्तु में अपनी गति के कारण एक ऊर्जा निहित होती है, जिसे गतिज ऊर्जा कहते हैं। किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसकी चाल के साथ बदलती है। समान द्रव्यमान की तेज गति करती हुई वस्तुओं में कम वेग से गति करती हुई वस्तुओं की अपेक्षा अधिक गतिज ऊर्जा होती है। इसी कारण तीव्र वेग से गतिशील गेंद स्थिर विकेटों से टकराती है तो विकेट दूर जा गिरता है। जबकि धीरे से आ कर टकराई गेंद विकेट को दूर नहीं फेंक पाती।

गतिज ऊर्जा की गणितीय व्याख्या

किसी भी वस्तु की गतिज ऊर्जा विरामावस्था में शून्य होती है। अर्थात् गतिशील वस्तु में गति के कारण गतिज ऊर्जा निहित होती है। हम यह कह सकते हैं कि गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु पर इस वेग को प्राप्त करने के लिए किए गए कार्य के बराबर है।



चित्र क्रमांक–10 : गति करती हुए वस्तु

गतिज ऊर्जा व किया गया कार्य

माना कि द्रव्यमान m की एक वस्तु, क्षैतिज तल पर रखी गयी है। वस्तु पर एक समान बल F लगाने पर वह 'S' दूरी तक विस्थापित हो जाती है। तब वस्तु पर किया गया कार्य–

$W = FS$ .... (i)

वस्तु पर लगने वाले बल के कारण मानो उसमें उत्पन्न त्वरण a होता है। हमने पूर्व अध्याय में गति के समीकरणों का अध्ययन किया है। एक समान त्वरण a से गतिशील किसी वस्तु के प्रारम्भिक वेग u, अन्तिम वेग v तथा विस्थापन s के बीच निम्न सम्बन्ध होता है।

$$v^2 - u^2 = 2as \qquad \text{................ (ii)}$$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} \qquad \text{................ (iii)}$$

गति के द्वितीय समीकरण से, हमें ज्ञात है कि

$$F = ma \qquad \text{................ (iv)}$$

उपरोक्त समीकरण क्रमांक (iii) व (iv) से s तथा F का मान समीकरण (i) में रखने पर हम किए गए कार्य को लिख सकते हैं –

$$w = ma \times \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$w = \frac{1}{2} m \left(v^2 - u^2\right)$$

यदि वस्तु की गति विराम अवस्था से प्रारम्भ होती है, अर्थात u=0 तो

$$w = \frac{1}{2} mv^2$$

माना, किया गया कार्य वस्तु की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर है। यदि वस्तु स्थिर अवस्था से गति करती है तो किया गया कार्य गतिज ऊर्जा के बराबर है।

हम कह सकते हैं कि v वेग से गतिशील m द्रव्यमान की वस्तु की गतिज ऊर्जा का मान–

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

ऊर्जा की SI इकाई जूल है।

चर्चा करें

1. क्या वस्तु की गतिज ऊर्जा ऋणात्मक हो सकती है?
2. किस ट्रक को रोकना ज्यादा सहज होगा–कम समान से लदे या अधिक सामान से लदे को?
3. कार की गतिज ऊर्जा में कब अधिक परिवर्तन होगा? जब कार का वेग 10 m/s से 20 m/s हो जाए या जब कार का वेग 20 m/s से 30 m/s हो जाए।

उदाहरण–1 : 20 किलोग्राम द्रव्यमान की एक वस्तु 5 m/s के समान वेग से गतिशील है, वस्तु की गतिज ऊर्जा कितनी होगी?

हल : वस्तु का द्रव्यमान = 20kg

वस्तु का वेग = 5 m/s

गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 20 \times 5^2$

$= 250\ J$

वस्तु की गतिज ऊर्जा 250 जूल है।

उदाहरण–2 : यदि किसी कार का द्रव्यमान 200kg है तो उसके वेग को 36 km/h से 72 km/h तक बढ़ाने में कितना कार्य करना पड़ेगा?

हल : कार का द्रव्यमान $m = 200$ किलोग्राम

कार का प्रारम्भिक वेग $u = 36$ किमी / घण्टा

(सभी राशियों को SI इकाई में बदलें)

$$u = \frac{(36 \times 1000)m}{(60 \times 60)s}$$

$$u = \frac{360}{36} = 10 m / \sec$$

इसी प्रकार कार का अन्तिम वेग –

$$v = \frac{(72 \times 1000)m}{(60 \times 60)s}$$

$$v = \frac{720}{36} \text{ m/sec}$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

कार की प्रारंम्भिक गतिज ऊर्जा

$$E_{k1} = \frac{1}{2} mu^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 200 \times (10)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 200 \times 100$$

$$= 10000 \text{ J}$$

कार की अन्तिम गतिज ऊर्जा

$$E_{k2} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_{k2} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 200 \times (20)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 200 \times 400$$

$$= 40000 \text{ J}$$

अतः किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

$$= E_{k2} - E_{k1}$$
$$= 40000 – 10000$$
$$= 30000 \text{ J}$$
$$= 30 \text{ KJ}$$

चर्चा करें

1. किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा से क्या तात्पर्य है?
2. v वेग से गतिशील किसी m द्रव्यमान की वस्तु की गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ है। यदि इसके वेग को दोगुना कर दिया जाए तो इसकी गतिज ऊर्जा कितनी होगी?
3. यदि एक वस्तु का द्रव्यमान व वेग, दूसरी वस्तु के द्रव्यमान व वेग का दो गुना हो तो उनकी गतिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा?

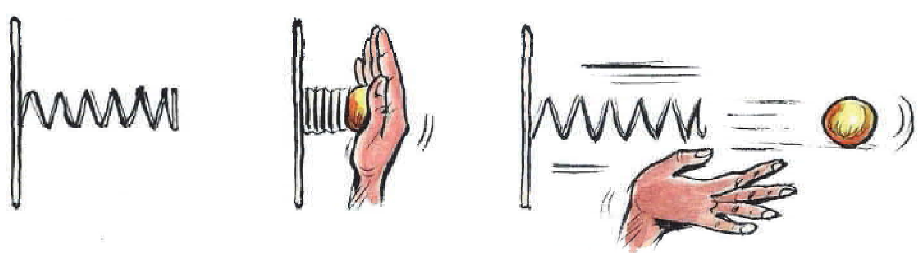
12.2.2 स्थितिज ऊर्जा (Potential energy)

क्रियाकलाप–4

1. एक खिलौने वाली कार लें।
2. इसमें लगी चाबी को 2–3 बार घुमाएँ।
3. इसे जमीन पर रखें।
   - क्या यह चलने लगती है? यदि हाँ तो क्यों?
   - यदि चाबी को 4–5 बार घुमाया जाए तो क्या होगा?

चित्र क्रमांक–11

चित्र में दिखाए अनुसार जब आप दीवार से लगी स्प्रिंग (चित्र क्रमांक–12 a) पर गेंद रखकर उसे दबाते हैं तो स्प्रिंग संकुचित (चित्र क्रमांक– 12 b) हो जाती है और जैसे ही आप अपना हाथ स्प्रिंग से हटाते हैं, गेंद दूर जाकर गिरती हैं। (चित्र क्रमांक–12 c)



(a) (b) (c)

चित्र क्रमांक–12

चित्र क्रमांक–13

कुछ ऐसा ही स्प्रिंग तुला में होता है। वजन लटकाने पर तुला खिंच जाती है और छोड़ने पर वापस आ जाती है।

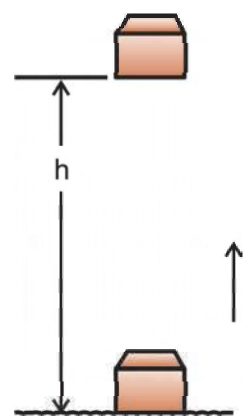
चित्र क्रमांक–13 देखें, गुलेल को खींच कर छोड़ने पर गुलेल की रबर भी दबे स्प्रिंग की तरह ही वापस बिना तनाव की स्थिति में आना चाहती है। अतः पत्थर को वह दूर तक फेंक देती है।

किसी वस्तु पर किए गए कार्य के कारण उसमें ऊर्जा संचित हो जाती है। यह संचित ऊर्जा वस्तु की स्थितिज ऊर्जा कहलाती है अर्थात् प्रत्येक वस्तु में अपनी स्थिति के कारण जो ऊर्जा होती है उसे स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। यह ऊर्जा अन्य रूप में रूपान्तरित होकर वस्तु को कार्य करने में सक्षम बनाती है। जब आप स्प्रिंग पर गेंद रखकर दबाते हैं तो आप स्प्रिंग की स्थिति में परिवर्तन करते हैं। यह ऊर्जा उसमें स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित रहती है। यह गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होकर स्प्रिंग की गेंद को दूर तक गति देने में सक्षम बनाती है।

- क्या इसी प्रकार रबर की गुलेल से पत्थर फेंकने की क्रिया को समझा सकते हैं?

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (Gravitational potential energy)

जब किसी वस्तु को पृथ्वी से ऊपर उठाया जाता है तब उसकी ऊर्जा में भी वृद्धि होती है वस्तु को ऊपर उठाने में पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के विरूद्ध कार्य किया जाता है। वस्तु को निश्चित ऊँचाई तक उठाने में किया गया कार्य उसकी स्थितिज ऊर्जा के रूप में संचित रहता है। गुरुत्वाकर्षण बल के विरूद्ध किए गए कार्य के कारण वस्तु में संचित ऊर्जा को गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।



चित्र क्रमांक–14 : वस्तु को पृथ्वी की सतह से ऊपर उठाया गया

यदि m द्रव्यमान की एक वस्तु को ऊपर उठाने के लिए बल की आवश्यकता होती है। इसके लिए न्यूनतम बल वस्तु के भार mg के बराबर होता है। उठाई गई वस्तु में उस पर किए गए कार्य के बराबर ऊर्जा की वृद्धि होगी। मान लें कि वस्तु को h ऊँचाई तक उठाने के लिए उस पर गुरुत्वीय बल के विरूद्ध किया गया कार्य w है।

तब किया गया कार्य w = बल × विस्थापन
= mgh
= mgh

क्योंकि वस्तु पर किया गया कार्य mgh है अतः वस्तु को मिली स्थितिज ऊर्जा भी mgh होगी। हम इस स्थितिज ऊर्जा को (Ep) कहेंगे।

$$Ep = mgh$$

उदाहरण–1 : 50 किग्रा द्रव्यमान की एक वस्तु को पृथ्वी से 8 मीटर की ऊँचाई तक उठाया गया है। इस वस्तु में विद्यमान ऊर्जा का परिकलन करें। यहाँ $g = 9.8\ m/sec^2$

हल : वस्तु का द्रव्यमान m = 50 kg
विस्थापन ऊँचाई h = 8m

गुरुत्वीय त्वरण g $= 9.8\ m/sec^2$

सूत्र : स्थितिज ऊर्जा $= mgh$

$= 50 \times 9.8 \times 8$

$= 3920\ J$

स्थितिज ऊर्जा 3920 जूल है।

> **इसे भी जानें**
>
> *वस्तु की स्थितिज ऊर्जा भूमि तल या आपके द्वारा चुने गए शून्य तल पर निर्भर है। किसी वस्तु के लिए एक तल के सापेक्ष स्थितिज ऊर्जा का मान किसी दूसरे तल के सापेक्ष स्थितिज ऊर्जा के मान से फर्क होगा।*

उदाहरण–2: 5 किग्रा द्रव्यमान की वस्तु पृथ्वी से एक निश्चित ऊँचाई पर स्थित है, यदि वस्तु की स्थितिज ऊर्जा 400 जूल है, तो वस्तु की पृथ्वी के सापेक्ष ऊँचाई ज्ञात करें। $g = 9.8\ m/sec^2$।

हल : वस्तु का द्रव्यमान m $= 5\ kg$

विस्थापन ऊँचाई h $= ?$

वस्तु की स्थितिज ऊर्जा $= mgh = 400\ J$

गुरुत्वीय त्वरण g $= 9.8\ m/sec^2$

वस्तु की स्थितिज ऊर्जा $E_p = mgh = 400\ J$

$$5 \times 9.8 \times h = 400$$

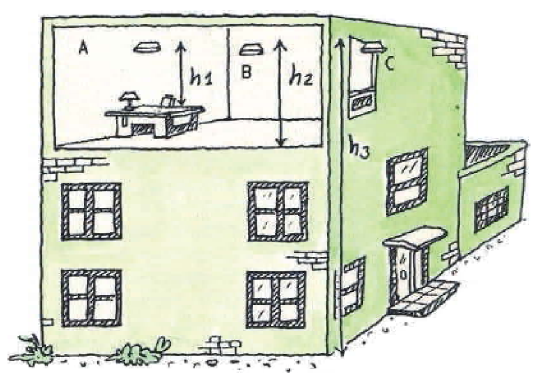
$$h = \frac{400}{49}$$

$$h = 8.16\ m$$

वस्तु 8.16 m ऊँचाई पर स्थित है।

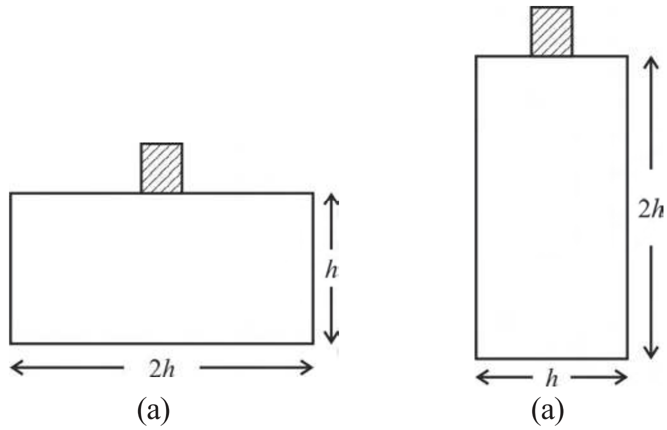
प्रश्न

1. चित्र क्रमांक–15 में दिखाई गई तीन स्थितियों A, B तथा C के लिए पुस्तक की स्थितिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।



चित्र क्रमांक–15

2. चित्र क्रमांक–16 में एक आयताकार बॉक्स दिखाया गया है जिसकी लम्बाई एवं चौड़ाई क्रमशः 2h एवं h है। दोनों स्थितियों में बॉक्स पर रखी m द्रव्यमान की वस्तु की स्थितिज ऊर्जा क्या होगी?



चित्र क्रमांक–16

चर्चा करें

1. धनुष–बाण चलाने की क्रिया में तीर को धनुष में लगे तार अथवा रबर पर रखकर पीछे की ओर क्यों खींचा जाता है?
2. क्या वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा ऋणात्मक हो सकती है?

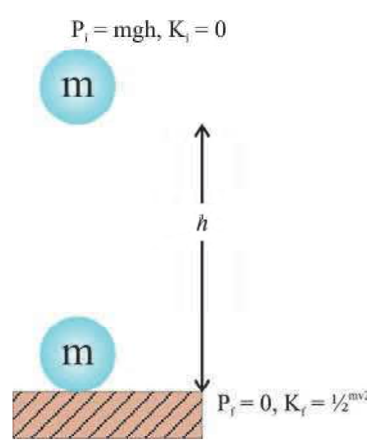
12.3 यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण का नियम (Law of conservation of mechanical energy)

V9LCPQ

माना m द्रव्यमान की एक वस्तु h ऊँचाई से स्वतंत्रता पूर्वक गिराई जाती है। प्रारम्भ में वस्तु की स्थितिज ऊर्जा mgh है और गतिज ऊर्जा शून्य है क्योंकि इसका प्रारम्भिक वेग शून्य है।

इस प्रकार वस्तु की कुल ऊर्जा mgh है।

जब यह वस्तु गिरती है तो इसकी स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होती है। यदि दिए हुए क्षण पर वस्तु का वेग v है तो गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ होगी। वस्तु जैसे–जैसे नीचे गिरती है इसकी स्थितिज ऊर्जा कम होती जाती है तथा गतिज ऊर्जा बढ़ती जाती है। जब वस्तु धरती पर पहुँचने वाली होती है तो इस अवस्था में वस्तु का अन्तिम वेग v अधिकतम हो जाएगा। इसलिए अब गतिज ऊर्जा अधिकतम तथा स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम होगी। हम जानते हैं कि सभी बिन्दुओं पर वस्तु की स्थितिज ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा का योग समान रहता है अर्थात



चित्र क्रमांक–17 : गिरती हुई वस्तु

स्थितिज ऊर्जा + गतिज ऊर्जा = नियत

या $mgh + \frac{1}{2}mv^2 =$ नियत

किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा का योग उसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा है। हम देखते हैं किसी पिण्ड के मुक्त रूप से गिरते समय इसके पथ में किसी बिन्दु पर स्थितिज ऊर्जा में जितनी कमी होती है गतिज ऊर्जा में उतनी ही वृद्धि होती है।

बहुत से ऐसे अन्य उदाहरणों, अवलोकनों और तर्कों के आधार पर हम यह कह सकते हैं कि ऊर्जा को न ही नष्ट किया जा सकता है और न ही उत्पन्न किया जा सकता है। इसे केवल एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तन किया जा सकता है। अर्थात ब्रह्माण्ड की कुल ऊर्जा नियत रहती है। यही ऊर्जा संरक्षण का नियम है।

आइए, क्रियाकलाप द्वारा इसे और समझने का प्रयास करते हैं–

क्रियाकलाप–5

30 किग्रा का कोई पिण्ड 5 मीटर की ऊँचाई से मुक्त रूप से गिराया जाता है। निम्नलिखित सारणी के अनुसार प्रत्येक स्थिति में स्थितिज ऊर्जा एवं गतिज ऊर्जा की गणना करके सारणी भरें–

$g = 9.8 \text{ m/sec}^2$

(गति के समीकरण की सहायता से भिन्न–भिन्न ऊँचाइयों पर वेग ज्ञात करें)

पिण्ड की ऊँचाई मीटर	वस्तु का वेग विभिन्न ऊँचाइयों में	स्थितिज ऊर्जा $E = mgh$	गतिज ऊर्जा $E_K = \frac{1}{2}mv^2$	कुल ऊर्जा $E_p + E_K$
5				
4				
3				
2				

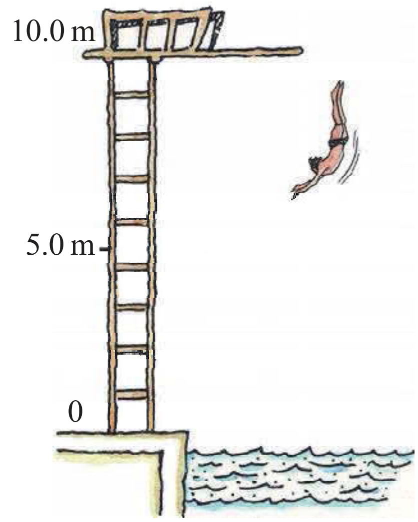
यदि ऊपर दिए गए क्रियाकलाप के निष्कर्षों को ध्यान से देखें तो आप पाएंगे कि प्रत्येक स्थिति में पिंड की कुल यांत्रिक ऊर्जा नियत रहती है।

विचार विमर्श करें

यदि प्रकृति में ऊर्जा रूपान्तरण सम्भव नहीं होता तो क्या होता? एक मत के अनुसार ऊर्जा रूपान्तरण के बिना जीवन सम्भव नहीं हो पाता, क्या आप इससे सहमत हैं?

समूह में करें

m द्रव्यमान का एक व्यक्ति 10 मीटर की ऊंचाई से पानी में कूदता है। (चित्र क्रमांक–18) यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण नियम का उपयोग कर व्यक्ति का वेग ज्ञात करें जब वह पानी की सतह से 5 मीटर की ऊँचाई पर हो।



चित्र क्रमांक–18

V9V8RD

12.4 शक्ति (Power)

रमेश एवं राखी के घर पर पानी की टंकी समान आकृति और ऊंचाई की हैं। दोनों ही अपनी टंकी में पानी चढ़ाने के लिए विद्युत मोटर का प्रयोग करते हैं। राखी के घर की पानी की टंकी रमेश की पानी की टंकी से जल्दी भर जाती है। इसके पीछे क्या कारण हो सकता है?

कभी–कभी हम देखते हैं कि हमारे घर के ग्राइन्डर (चक्की) में 1 किग्रा दाल को पीसने में पड़ोसी के ग्राइन्डर से ज्यादा समय लगता है। ऐसा क्यों?

क्या इनमें कुल किया गया कार्य अलग–अलग है या मोटर व ग्राइंडर की कार्य करने की क्षमता अलग–अलग है?

समान कार्य को करने में अलग–अलग मशीनों को लगने वाले समय में अन्तर हो सकता है अर्थात् इनके कार्य करने की दर अलग है। कार्य करने की दर को शक्ति कहते हैं। हम मोटरबाईक, मोटरकार, विद्युत पम्प, विद्युत बल्ब, ट्यूब लाईट, आरा मशीन, चारा काटने की मशीन, ट्रेक्टर जैसी मशीनों की शक्ति के बारे में बात करते हैं। इनकी शक्ति यह दर्शाती है कि ये कितनी तेजी से ऊर्जा में परिवर्तन अर्थात् कार्य करते हैं।

कार्य करने की दर या ऊर्जा रूपान्तरण की दर को शक्ति कहते हैं। इसे गणितीय रूप में ऐसे लिखेंगे, यदि कोई व्यक्ति t समय में w कार्य करता है तो

शक्ति= कार्य/समय

$$P = w / t$$

शक्ति की इकाई (मात्रक) वाट (W) है। यदि कोई व्यक्ति 1 सेकण्ड में 1 जूल कार्य करता है तो ऊर्जा उपयोग की दर 1 J/s होगी तथा शक्ति 1 W होगी।

अर्थात् 1 वाट = 1 J/s

या $1\ W = 1\ J/s$

ज्यादा शक्ति हो तो उसे हम किलोवाट में नापते हैं।

1 किलोवाट = 1000 वाट

1 KW = 1000 W या 1000 J/s

यदि हमें पता करना हो कि किसी मशीन में कितनी ऊर्जा खर्च हुई तो हमें देखना होगा कि उसकी शक्ति कितनी होगी और वह कितने समय तक कार्य कर रही है।

उपयोग की गई ऊर्जा $P = w / t$ से

$$w = p \times t$$

यदि $P = 1\ KW$ तथा $t = 1h$ हो तो उपयोग में ली गई ऊर्जा 1KWh होगी।

अर्थात् 1 KWh (एक किलोवाट घंटा) ऊर्जा की वह मात्रा है जो 1 KW के किसी स्रोत को 1 घंटे तक उपयोग करने में व्यय होगी। घरों में, उद्योगों में तथा व्यावसायिक संस्थानों में व्यय होने वाली ऊर्जा को प्रायः किलो वाट घंटा (KWh) में व्यक्त करते हैं। उदाहरण के लिए एक महीने में उपयोग की गई विद्युत ऊर्जा को यूनिट के रूप में व्यक्त करते हैं। यहाँ 1 यूनिट का अर्थ है 1 KWh

$$1KWh = 1KW \times 1h = 1000W \times 3600\ Sec$$
$$= 3600000J$$
$$= 3.6 \times 10^6 J$$

उदाहरण–1 : एक महिला 300 जूल कार्य को 5 सेकण्ड में पूरा करती है तो बताओ उसने कितनी शक्ति व्यय किया?

हल : महिला के द्वारा किया गया कार्य $W = 300\ J$

कार्य करने में लगा समय $t = 5s$

अतः महिला द्वारा व्यय की गई शक्ति $p = w/t$

$= 300/5$

$= 60\ W$

उदाहरण–2 : 50 kg द्रव्यमान का एक लड़का 30 सीढ़ियाँ 10 सेकण्ड में चढ़ता है। यदि प्रत्येक सीढ़ी की ऊँचाई 15 सेमी हो तो उसकी शक्ति का परिकलन करें। $g = 10$ मी./से^{2}

हल : लड़के का द्रव्यमान $m = 50\ kg$

$mg = 50 \times 10$

$= 500\ kg\ m/s^2$

30 सीढ़ियों की कुल ऊँचाई $h = (30 \times 15)/100$

$= 4.50\ m$

चढ़ने में लगा समय $t = 10s$

शक्ति p = किया गया कार्य / समय

$= mgh / t$

$p = (500 \times 4.50) / 10$

$= 225\ W$

लड़के की शक्ति 225 W है।

प्रश्न

- शक्ति किसे कहते हैं?
- 1 वाट शक्ति को परिभाषित करें।
- यदि एक बल्ब 990 जूल विद्युत ऊर्जा 10 सेकण्ड में व्यय करता है तो इसकी शक्ति कितनी है?

उदाहरण–3 : 60 वाट का एक बल्ब प्रतिदिन 10 घंटे उपयोग किया जाता है। बल्ब द्वारा एक दिन में खर्च की गई ऊर्जा की यूनिटों का परिकलन करें।

हल : विद्युत बल्ब की शक्ति = 60 वाट = 0.06 kW

उपयोग किया गया समय = 10 घंटा

अतः बल्ब की खर्च की गई ऊर्जा = शक्ति × लिया गया समय

$= 0.06\ kw \times 10h$

$= 0.60\ kWh$

= 0.60 यूनिट

बल्ब द्वारा एक दिन में 0.60 यूनिट ऊर्जा की खपत होगी।

क्रियाकलाप–6

- अपने घर के विद्युत परिपथ में लगे विद्युत मीटर का बारीकी से प्रेक्षण करें तथा प्रतिदिन प्रातः 7.00 बजे मीटर का पाठ्यांक नोट करें।
  - प्रत्येक दिन कितनी यूनिट व्यय होती है?
  - प्रत्येक दिन प्रेक्षणों को एक माह तक सारणीबद्ध करें।
  - अपने प्रेक्षणों की तुलना विद्युत के मासिक बिल में दिए गए विवरणों से करें।

हमने सीखा

1. किसी वस्तु पर किया गया कार्य, उस पर लगाए गए बल के परिमाण तथा वस्तु का बल की दिशा में विस्थापन के गुणनफल के बराबर होता है। कार्य का मात्रक जूल (J) है।
2. वस्तु पर लगाया गया बल एवं उसके विस्थापन की दिशा समान हो तो बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा तथा वस्तु पर लगाया गया बल एवं उसके विस्थापन की दिशा असमान हो तो बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा।
3. ऊर्जा, वस्तु को कार्य करने की क्षमता देता है। ऊर्जा का मात्रक भी जूल है।
4. किसी वस्तु में उसकी गति के कारण निहित ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा कहलाती है। v वेग से गति करती हुई m द्रव्यमान की वस्तु की गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ होगी।
5. वस्तु द्वारा उसकी स्थिति अथवा आकृति में परिवर्तन के कारण संचित ऊर्जा को वस्तु की स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। पृथ्वी तल से h ऊँचाई तक उठाई गई m द्रव्यमान की वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा mgh होगी।
6. ऊर्जा संरक्षण नियम के अनुसार ऊर्जा को न ही नष्ट किया जा सकता है न ही उत्पन्न। इसे केवल एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। रूपान्तरण के पूर्व तथा रूपान्तरण के पश्चात कुल ऊर्जा सदैव नियत रहती है।
7. कार्य करने की दर या ऊर्जा रूपान्तरण की दर को शक्ति कहते हैं। शक्ति का SI मात्रक वाट (W) है।
8. 1kWh ऊर्जा की वह मात्रा है जो 1kW के किसी स्रोत को 1 घंटे तक उपयोग करने में व्यय होती है।

मुख्य शब्द : (Keywords)

कार्य (work), ऊर्जा (energy), गतिज ऊर्जा (kinetic energy), स्थितिज ऊर्जा (potential energy), ऊर्जा संरक्षण (energy conservation), शक्ति (power)

VA54T1

अभ्यास

1. उचित विकल्प चुनकर लिखें–

   (i) वस्तु पर 10 N का बल लगाने पर यदि वस्तु बल की दिशा में 2 m तक विस्थापित हो, वस्तु पर बल द्वारा किया गया कार्य होगा–

   (अ) 15 J (ब) 20 J (स) .20 J (द) 5 J

(ii) 5 kg द्रव्यमान की एक वस्तु 2 मीटर/सेकण्ड के एक समान वेग से गतिशील है। वस्तु की गतिज ऊर्जा कितनी होगी।

(अ) 10 जूल (ब) 15 जूल (स) 5 जूल (द) 20 जूल

(iii) 12 kg द्रव्यमान की एक वस्तु धरती से एक निश्चित ऊँचाई पर स्थित है यदि वस्तु की स्थितिज ऊर्जा 480 J है तो वस्तु की धरती के सापेक्ष ऊँचाई होगी। ($g = 10\ m/s^2$)

(अ) 6 मीटर (ब) 9 मीटर (स) 5 मीटर (द) 4 मीटर

(iv) आप अपने घर में 100 W का एक विद्युत बल्ब प्रतिदिन 5 घण्टे तक जलाते हैं। बल्ब द्वारा एक दिन में खर्च की गई ऊर्जा की यूनिट कितनी होगी?

(अ) 0.4 यूनिट (ब) 0.5 यूनिट (स) 0.05 यूनिट (द) 0.01 यूनिट

2. रिक्त स्थान की पूर्ति करें–

(i) कार्य का SI मात्रक .... है।

(ii) 1 किलोवाट घण्टा .... जूल के तुल्य है।

(iii) किसी वस्तु की कुल ऊर्जा .... रहती है।

(iv) वस्तु पर लगाए बल एवं उसके विस्थापन की दिशा विपरीत हो तो किया गया कार्य .... होगा।

(v) m द्रव्यमान की वस्तु पृथ्वी से h/2 ऊँचाई पर स्थित हो तो वस्तु की स्थितिज ऊर्जा .... होगी।

3. गतिज ऊर्जा से आप क्या समझते हैं? किसी गतिमान वस्तु के लिए गतिज ऊर्जा का सूत्र स्थापित करें।

4. किसी घर में एक महीने में विद्युत ऊर्जा का 250 यूनिट व्यय हुआ है यह ऊर्जा जूल में कितनी होगी?

$[900 \times 10^6 J]$

5. (a) ऊर्जा संरक्षण नियम क्या है? समझाएँ।

(b) मुक्त रूप से गिरते एक पिण्ड की स्थितिज ऊर्जा लगातार कम होती जाती है क्या यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्ल्घंन करती है? कारण के साथ स्पष्ट करें।

6. स्थितिज ऊर्जा को समझाते हुए सूत्र की स्थापना करें।

7. (a) यदि कण के वेग को दुगुना कर दिया जाए तो, इसकी गतिज ऊर्जा क्या होगी?

(b) कण पर किए गए कार्य का परिमाण शून्य हो तो इसका वेग क्या होगा?

8. v वेग से गति करती हुई कार में ब्रेक लगाने के पश्चात् वह d दूरी तक जाकर रुकती है। गणना करें, यदि कार का वेग 2 v हो तो ब्रेक लगाने के पश्चात् वह कितनी दूरी तक जाकर रुकेगी?

9. कोई मनुष्य चावल के एक गट्ठर को अपने सिर पर 30 मिनट तक रखता है और थक जाता है। क्या उसने कुछ कार्य किया है? अपने उत्तर को तर्क देकर समझाएँ।

10. किसी पिण्ड पर 8 न्यूटन का बल आरोपित करने पर वह बल की दिशा में 4 मीटर विस्थापित हो जाता है। इस क्रिया में किए गए कार्य की गणना करें। (उत्तर– 32 जूल)

11. 10 किलोग्राम द्रव्यमान की वस्तु को पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के विरूद्ध 10 मीटर ऊपर उठाने में कितना कार्य करना पड़ेगा? (उत्तर– 980 जूल)

12. दो पिण्ड जिनका द्रव्यमान क्रमशः 10 kg तथा 15 kg है। इन्हें पृथ्वी से क्रमशः 5 m तथा 2 m की ऊँचाई तक उठाया जाता है। दोनों पिंडों की स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन की गणना करें। (उत्तर– 196 जूल)

13. एक व्यक्ति यदि 6 सेकण्ड में 15 N का बल लगाकर बॉक्स को 8 मी. दूर तक विस्थापित करता है तो उसकी शक्ति की गणना करें। $(P = 20W)$

14. 0.5 किलोग्राम की किसी वस्तु की ऊर्जा में 1 जूल का परिवर्तन करने के लिए उसे कितनी ऊँचाई तक उठाना होगा? $(g = 10\ m/s^2)$ (उत्तर– 0.2 मीटर)

अध्याय–13

हमारा स्वास्थ्य

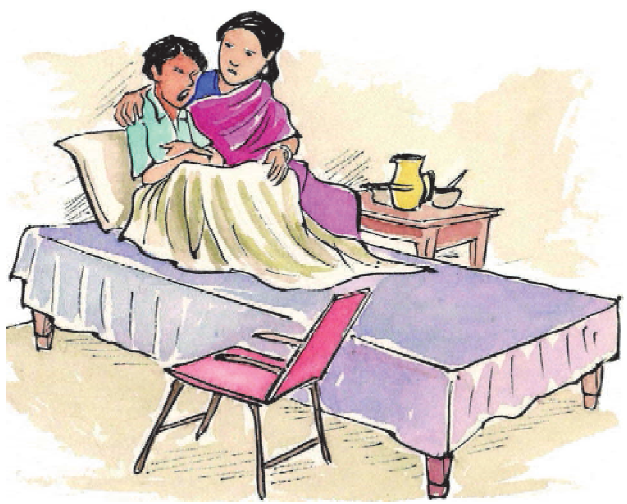
(Our Health)

13.1 स्वास्थ्य का अभिप्राय (Meaning of Health)

क्या आपके साथ कभी ऐसा हुआ है कि चाह कर भी तबियत ठीक नहीं होने के कारण आप अपना मनपसंद कार्य नहीं कर पाए हों। जैसे– मैच खेलने जाना, फिल्म देखने जाना, मेला देखने जाना या विद्यालय के किसी कार्यक्रम में भाग ले पाना।

हम जाने–अनजाने स्वास्थ्य शब्द का प्रयोग कई बार करते हैं जैसे कि आज मेरा स्वास्थ्य ठीक नहीं हैं, मेरा मन किसी काम में नहीं लग रहा है।

आइए, हम सभी मिलकर स्वास्थ्य क्या है, इसे समझने का प्रयास करते हैं।



चित्र क्रमांक–1

- अपने साथियों के साथ चर्चा करें तथा उन स्थितियों की सूची बनाएँ, जब आप स्वस्थ महसूस नहीं करते हैं।

आमतौर पर हम ''स्वस्थ रहने'' का अर्थ ''अच्छा महसूस करने'' से लगाते हैं। जब हम, अपने रोजमर्रा के काम को ठीक तरीके से कर पा रहे होते हैं तो कहते हैं कि हम स्वस्थ हैं अर्थात् स्वास्थ्य वह स्थिति है जिसमें शारीरिक, मानसिक तथा कौशल युक्त कार्य अपनी क्षमता एवं दक्षता के साथ पूरा किया जा सके।

13.2 स्वास्थ्य, अस्वस्थता और रोग (Health and disease)

अलग–अलग लोगों के लिए स्वस्थ रहने का अर्थ अलग–अलग होगा जैसे– नर्तक के लिए स्वस्थ रहने का अर्थ है कि वह हर परिस्थिति में अच्छे नृत्य का प्रदर्शन कर सकें, बाँसुरीवादक के लिए इसका अर्थ है कि वह लंबा श्वास ले सके, जिससे कि वह बाँसुरी के स्वर को नियंत्रित कर सके। एक खिलाड़ी के लिए इसका अर्थ है कि वह विषम परिस्थितियों में भी कुशलतापूर्वक अपने खेल का प्रदर्शन कर सके।

कई बार बिना किसी विशेष रोग के भी हम अस्वस्थ हो जाते हैं। जैसे– उपर्युक्त उदाहरणों में किए जाने वाले कार्यों को संबंधित व्यक्ति सहज रूप से प्रदर्शित करने में असमर्थ होता है तो हम कहते हैं कि वह अस्वस्थ है।

हम स्वस्थ रहने को ही स्वास्थ्य समझते हैं तो रोग क्या है? रोग को अंग्रेजी के शब्द Disease से दर्शाया जाता है। यह दो भागों में बाँटा जा सकता है– Dis + ease इसका शाब्दिक अर्थ देखें तो Dis का अर्थ बाधा या बाधित होना (Disturbed) ease का अर्थ आराम (Rest)। रोग का दूसरा अर्थ है असुविधा अर्थात् रोग होने का अर्थ है कि हमको शारीरिक असुविधा है। हम रोग के विषय में तब बात करते हैं जब हमें असुविधा के विशिष्ट लक्षण का पता होता है। जैसे– व्यक्ति को बार–बार कै एवं दस्त हो रहे हैं तब यह कह सकते हैं कि वह व्यक्ति किसी रोग से ग्रसित है। यह रोग डायरिया हो सकता है।

- स्वस्थ रहने एवं अस्वस्थता में अंतर स्पष्ट करें।

13.3 स्वास्थ्य को प्रभावित करने वाले कारक (Factors that affect health)

हमारा स्वास्थ्य हमारे घर, पास–पड़ोस और आस–पास के जीवों एवं परिस्थितियों पर निर्भर रहता है।

- क्या आपके मोहल्ले/कॉलोनी में सभी घरों को स्वच्छ जल प्राप्त हो रहा है?
- आपके घर का कचरा कहाँ फेंका जाता है?
- आपके मोहल्ले में उत्पन्न कचरे का निपटारा कौन और कैसे करता है?
- आपके मोहल्ले की सड़कों व नालियों की सफाई एक सप्ताह में कितनी बार होती है?

हम सभी को हमारे आस–पास की स्वच्छता की ओर भी ध्यान देना आवश्यक है। जरा सोचिए! यदि नालियाँ साफ न हों तो क्या होगा? जब कचरा व कूड़ा–करकट सड़कों व गलियों में फैला रहे तो क्या होगा? जब खुली नालियों का गंदा पानी सड़कों पर बह रहा हो तो क्या होगा? इस प्रकार की परिस्थितियों में हमारे स्वास्थ्य के बिगड़ने की संभावनाएँ बढ़ जाती हैं।

इसी प्रकार जल, वायु एवं भोजन में उपस्थित हानिकारक जीवों जैसे– जीवाणु, विषाणु, कवक, प्रोटोजोआ, हैलमिंथ्स नेमेटोड्स आदि के कारण हमारा स्वास्थ्य बिगड़ सकता है। विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियाँ जैसे– बाढ़, भूकंप व सूखा आदि भी हमारे स्वास्थ्य को प्रभावित करते हैं।

13.4 रोग की अभिव्यक्ति लक्षणों के आधार पर

आइए, रोग के विषय में और अधिक सोचें। पहले यह कि हमें कैसे पता लगता है कि हमें कोई रोग है? हमने ''बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक'' अध्याय में पढ़ा है कि हमारे शरीर में अनेक ऊतक होते हैं। ये ऊतक हमारे शरीर के अंगतंत्रों को बनाते हैं जो शरीर के विभिन्न कार्यों को संपादित करते हैं। प्रत्येक अंगतंत्र में विशेष अंग होते हैं जिनके विशिष्ट कार्य होते हैं, जैसे पाचन तंत्र में आमाशय तथा आँत होते हैं, जो हमारे द्वारा खाए गए भोजन को पचाते हैं। पेशियों तथा अस्थियों से बना पेशी–कंकाल तंत्र हमारे शरीर को संभालता है और शरीर की गति में सहायता करता है।

जब कोई रोग होता है तब शरीर के एक अथवा अनेक अंगों एवं तंत्रों के कार्य करने में अथवा संरचना में 'खराबी' परिलक्षित होने लगती है। ये बदलाव (परिवर्तन) रोग के लक्षण दर्शाते हैं। रोग के लक्षण हमें 'खराबी' का संकेत देते हैं। इस प्रकार सिरदर्द, खाँसी, दस्त, किसी घाव में पस (मवाद) आना, ये सभी लक्षण हैं। इन लक्षणों से किसी–न–किसी रोग का पता लगता है। लेकिन इनसे यह नहीं पता चलता कि कौन–सा रोग है? उदाहरण के लिए, सिरदर्द का कारण आँखों का कमजोर होना, परीक्षा का भय अथवा दर्जनों विभिन्न बीमारियों में से एक हो सकता है।

रोग के चिह्न वे हैं जिन्हें चिकित्सक लक्षणों के आधार पर देखते हैं। लक्षण किसी विशेष रोग के बारे में सुनिश्चित संकेत देते हैं। चिकित्सक रोग के सही कारण को जानने के लिए प्रयोगशाला में कुछ जाँचें भी करवाते हैं।

13.5 रोग का पुष्टीकरण

यदि किसी व्यक्ति का स्वास्थ्य अच्छा नहीं हैं तो उसकी अभिव्यक्ति लक्षणों के द्वारा होती है। जैसे– किसी व्यक्ति को कमजोरी व हाथ–पैर में दर्द की शिकायत हो तो इन लक्षणों के आधार पर यह नहीं कहा जा सकता है कि उसे कोई रोग है या नहीं। रोग की पुष्टि जाँच के द्वारा की जा सकती है। वर्तमान में चिकित्सा क्षेत्र में विभिन्न प्रकार की जाँच सुविधाएँ उपलब्ध हैं, जिनसे शरीर की जाँच कुछ ही समय में करके रोग के कारणों की पुष्टि कर ली जाती है। इस प्रकार की जाँच में रक्त, कफ व मल–मूत्र आदि की जाँच की जाती है।

- किसी चिकित्सक से पता करें, कि उपर्युक्त जाँचों से क्या–क्या जानकारी मिलती है?

एक रोग के बहुत सारे लक्षण

हमारे शरीर के अंगों में खराबी परिलक्षित होने पर कई लक्षण दिखाई देते हैं जैसे– जुकाम, खाँसी, बुखार, दस्त, सिरदर्द, पेट–दर्द, हाथ–पैर में दर्द आदि। इन लक्षणों से किसी न किसी रोग का होना पता लगता है, किंतु

यह पता नहीं लगता है कि कौन–सा रोग है। उदाहरण के लिए क्षय रोग (टी.बी.) के कई लक्षण हैं जैसे कि सर्दी, खाँसी, सिरदर्द, बुखार, वजन कम होना, साँस फूलना आदि। अर्थात् एक ही रोग के बहुत सारे लक्षण हो सकते हैं।

एक लक्षण बहुत सारे रोगों में

बहुत सारे रोगों में एक ही लक्षण हो सकता है जैसे– हमें सिरदर्द हो रहा है तब हो सकता है कि सिरदर्द का कारण माइग्रेन या जुकाम हो।

क्रियाकलाप–1

अपने मोहल्ले में पता लगाएँ–

- अभी कितने लोगों को कोई रोग है? (उनके नाम तथा डॉक्टर द्वारा बताए गए रोगों के नाम की सूची बनाएँ)
- इन रोगों के लक्षणों की सूची बनाएँ। (उपरोक्त सूची में जोड़े)
- एक ही लक्षण वाले व्यक्तियों में कौन–कौन से रोग हैं?

VAHVHB

13.6 रोगों का समूहीकरण–अवधिकाल के आधार पर

कई बार हमें चोट लगती है और घाव कुछ ही दिनों में ठीक हो जाता है जैसे– साइकिल से गिरने या खेलते समय गिरने से चोट लगना आदि। परंतु कुछ बीमारियाँ ऐसी होती हैं जिन्हें ठीक होने में बहुत लंबा समय लगता है। अतः हम रोगों को अवधिकाल के आधार पर निम्न प्रकार से समूहीकृत कर सकते हैं–

13.6.1 तीव्र रोग (Acute diseases)

ऐसे रोग जो बहुत कम समय के लिए होते हैं या उपचार करने पर कुछ समय में ही ठीक हो जाते हैं तथा उनसे सामान्य रूप से स्वास्थ्य पर बहुत अधिक प्रभाव नहीं पड़ता है जैसे– जुकाम, सामान्य बुखार होना आदि।

13.6.2 दीर्घकालिक रोग (Chronic diseases)

ऐसे रोग जो उपचार लेते रहने के बावजूद भी बहुत लंबे समय तक बने रहते हैं। जैसे– क्षय रोग (टी.बी.)। इस रोग से लंबे समय तक ग्रसित होने के कारण व्यक्ति का वजन कम होना, साँस फूलना, थकान महसूस करना आदि लक्षण दिखाई देते हैं।

यदि रोग का सही तरीके व सही समय पर जाँच व उपचार नहीं हो तब तीव्र रोग भी दीर्घकालिक रोग में बदल सकता है। उदाहरण के लिए जुकाम व खाँसी का सही समय पर उपचार न हो तथा यह लंबे समय तक बना रहे तो व्यक्ति को दमा हो सकता है।

13.7 रोग के कारक

आपको पता है कि रोग के कई कारण हो सकते हैं इन्हें हम (1) तात्कालिक कारण व (2) सहायक कारण के अंतर्गत समझ सकते हैं।

यदि किसी इलाके में कोई छोटा बच्चा पतले दस्त से ग्रस्त है, तो हम कह सकते हैं कि इसका कारण दूषित जल में उपस्थित विषाणु हो सकते हैं। इस स्थिति में रोग का तात्कालिक कारण विषाणु होगा। लेकिन इलाके के अन्य बच्चों ने भी वही दूषित जल पिया है तब इसका क्या कारण हैं कि एक बच्चे को ही दस्त लगे और दूसरों को नहीं?

इसका कारण यह हो सकता है कि उस बच्चे में प्रतिरोधक क्षमता कम हो। परिणामस्वरूप बच्चा विषाणु के संपर्क में आता है तो वह पतले दस्त से ग्रस्त हो जाता है जबकि अन्य बच्चे नहीं।

अब प्रश्न उठता है कि बच्चे की प्रतिरोधक क्षमता कम क्यों है? शायद बच्चे को पर्याप्त भोजन न मिला हो, जिससे उसके शरीर में पोषक अवयवों का अभाव हो गया।

यह भी संभव है कि उस बच्चे में पीढ़ी दर पीढ़ी स्थानांतरित होने वाले गुणों में विभिन्नता हो, तब वह बच्चा विषाणु के संपर्क में आने पर पतले दस्त से ग्रसित हो जाता है। इस स्थिति में विभिन्नता या पोषक अवयवों का अभाव भी बिना विषाणु के दस्त उत्पन्न नहीं करते, लेकिन वे रोग के सहायक कारण बनते हैं।

बच्चे को स्वच्छ जल उपलब्ध नहीं हुआ। इसके पीछे अन्य कई कारण हो सकते हैं। इनमें से एक कारण यह भी हो सकता है कि जहाँ उस बच्चे का परिवार रहता है साफ–सफाई की कमी के कारण वहाँ का जल दूषित हो गया हो।

- क्या आपको या आपके परिवार के सदस्यों को कभी दस्त हुए हैं?
- दस्त होने का कारण क्या था? सूची बनाएँ।
- इन स्थितियों में तात्कालिक एवं सहायक कारणों को अलग–अलग करें।

13.7.1 संक्रामक रोग एवं कारक (Infectious/Communicable disease and its agents)

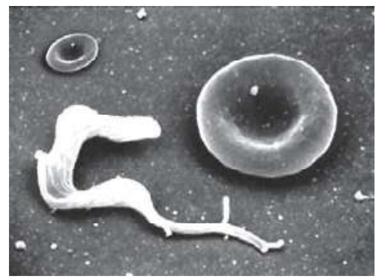
अवधिकाल के अलावा रोगों को उनके फैलने के तरीकों के आधार पर भी समूहीकृत किया जा सकता है। इसके अन्तर्गत संक्रामक व असंक्रामक रोग आते हैं। बहुधा आपको यह हिदायत दी जाती होगी कि रोगी व्यक्तियों से दूर रहें। जिससे आप भी उस बीमारी से ग्रसित न हो जाएँ।

बच्चे को दस्त लगने वाले उदाहरण में हमने पढ़ा कि दस्त लगने का तात्कालिक कारण विषाणु हो सकता है। विषाणु की तरह ही अन्य जीव जैसे– जीवाणु, कवक, कृमि, प्रोटोजोआ आदि भी रोग फैलाने वाले तात्कालिक कारण हैं। इन कारकों से ग्रसित रोगी के संपर्क में आने पर स्वस्थ व्यक्ति भी रोग ग्रसित हो जाते हैं। अतः इन्हें

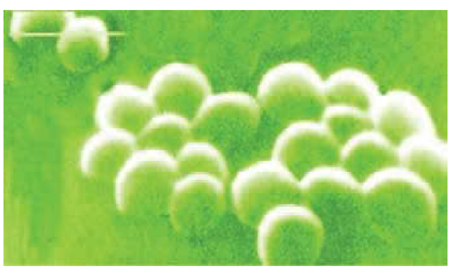
संक्रामक कारक कहा जाता है। इनसे उत्पन्न होने वाले रोगों को संक्रामक रोग कहते हैं। जुकाम, टी.बी., हैज़ा, प्लेग, त्वचा संबंधी रोग आदि संक्रामक रोगों के उदाहरण हैं।

- डॉक्टर/नर्स/स्वास्थ्य कर्मचारी अन्य व्यक्तियों की अपेक्षा रोगियों के संपर्क मे अधिक रहते हैं। पता करो कि वे अपने आपको संक्रमित होने से कैसे बचाते होंगे?

लेश्मानिया–यह कालाजार व्याधि कारक प्रोटोजोआ है। यह जीव अंडाकार होता है तथा प्रत्येक में एक चाबुकनुमा संरचना होती है। विभाजित होते जीव को तीर द्वारा दर्शाया गया है।



ट्रिप्नोसोमा–यह निद्रालु व्याधि कारक प्रोटोजोआ है। इसे तश्तरीनुमा लाल रक्त कणिका के साथ प्रदर्शित किया गया है जिससे आपको उसके आकार का पता चल सके।



स्टेफाइलोकोकाई बैक्टीरिया जो मुँहासे का कारक है। 5 माइक्रोमीटर माप की रेखा को दर्शाते हुए।

गोल कृमि (एस्केरिस लुंब्रीकॉयडिस)–यह छोटी आँत में पाया जाता है। 4 सेमी. के स्केल की माप एक वयस्क गोल कृमि के आकार के अनुमान के लिए है।

चित्र क्रमांक–2: विभिन्न संक्रामक कारक

13.7.2 असंक्रामक रोग एवं कारक (Uninfectious/Non communicable disease and its agents)

कुछ रोग ऐसे होते हैं जो संक्रामक कारकों द्वारा नहीं होते उनके कारक भिन्न–भिन्न हो सकते हैं। इन्हें असंक्रामक रोगों की श्रेणी में रखा जाता है। उदाहरण के लिए हँसियाकार कोशिका अरक्तता (सिकल सेल एनीमिया) कुछ प्रकार के कैंसर, आनुवांशिक असामान्यता के कारण हो सकते हैं। इसी प्रकार उच्च रक्तचाप का कारण अधिक वजन होना तथा व्यायाम न करना हो सकता है। इस प्रकार के रोग में रोगी व्यक्ति से संपर्क में आने पर स्वस्थ व्यक्तियों पर रोग का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। इसी कारण इन्हें असंक्रामक रोग कहते हैं।

- क्या रोगी व्यक्ति से हमेशा दूरी बनाए रखना उचित है? आपस में चर्चा करें।
- मनुष्यों में असंक्रामक रोग कैसे हो जाते हैं?

क्या आप जानते हैं?

पेप्टिक व्रण (पेप्टिक अल्सर) तथा नोबल पुरस्कार

कई वर्षों से हम यही सोचते थे कि पेप्टिक व्रण जो आमाशय तथा ग्रहणी में अम्लीयता संबंधित दर्द तथा रक्त स्राव करता है जिसका कारण रहन–सहन का ढंग है। प्रत्येक व्यक्ति सोचता था कि परेशानी भरे जीवन से आमाशय में अम्ल का स्राव होता हैं, जिसके कारण पेप्टिक व्रण हो जाता है।

दो आस्ट्रेलियाई वैज्ञानिकों ने पता लगाया कि एक जीवाणु–हेलीकाबैक्टर पायलोरी पेप्टिक व्रण का कारण है। पर्थ, आस्ट्रेलिया के रोग विज्ञानी रॉबिन वॉरेन (जन्म सन् 1937) ने इन छोटे–छोटे वक्राकार जीवाणुओं को अनेक रोगियों के आमाशय के निचले भाग में देखा। बैरी मार्शल (जन्म सन् 1951) एक चिकित्सक ने वॉरेन की खोज में दिलचस्पी ली और उन्होंने इन स्रोतों से जीवाणु का संवर्धन करने में सहायता प्राप्त की।

अपने उपचार अध्ययन में मार्शल तथा वॉरेन ने पता लगाया कि रोगी के पेप्टिक व्रण का उपचार तभी हो सकता है जब कारक जीवाणुओं को आमाशय में ही मार दिया जाए। इन्होंने पेप्टिक व्रण प्रतिजैविक तैयार किया तथा इसके उपचार से पेप्टिक व्रण ठीक हो जाता है। इस खोज के लिए मार्शल तथा वॉरेन को (चित्र में देखें) शरीर क्रिया विज्ञान तथा औषधि के लिए सन् 2005 में संयुक्त रूप से नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

13.8 रोग फैलने के साधन

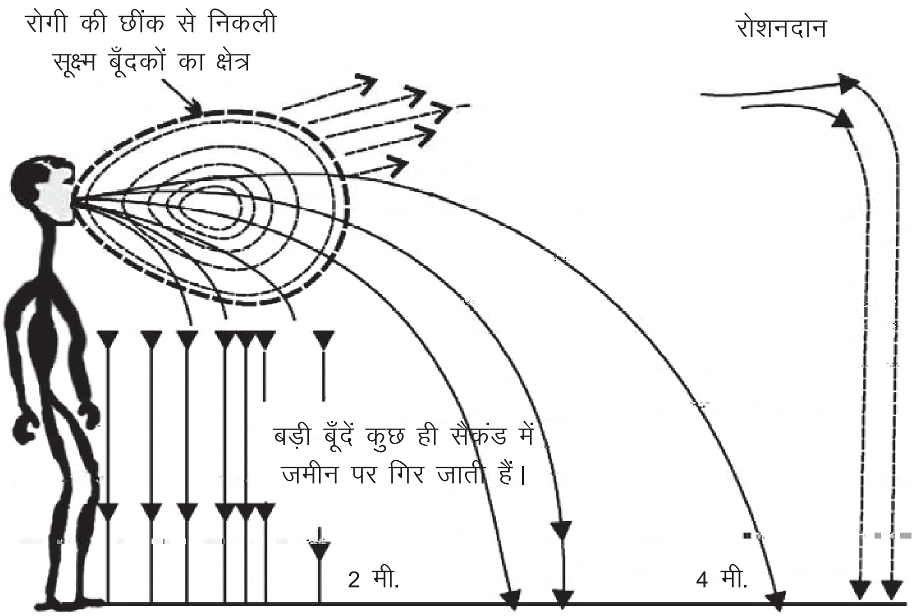
VB6MZL

हमने पढ़ा कि संक्रमित व्यक्ति के संपर्क में आने पर दूसरे व्यक्तियों को भी रोग ग्रस्त होने की संभावना बढ़ जाती है।

- रोगी व्यक्ति के संपर्क में आने पर अन्य व्यक्तियों को वह रोग कैसे हो सकता है?

संक्रामक रोग के जीव एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्तियों तक विभिन्न माध्यमों द्वारा आसानी से फैलते हैं जैसे– वायु, जल, भोजन, लैंगिक संपर्क आदि।

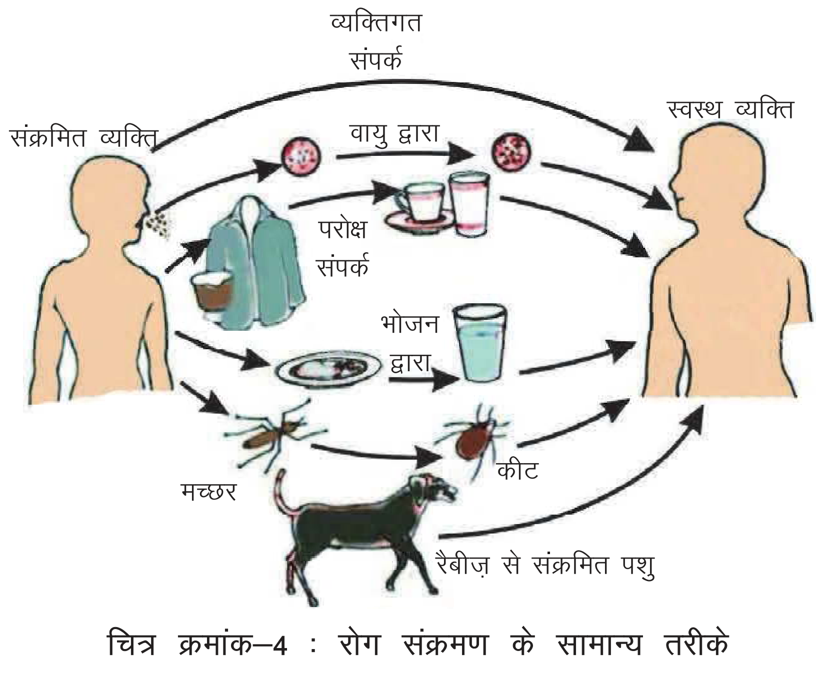
न्यूमोनिया तथा तपेदिक जैसे रोग वायु के माध्यम से फैलते हैं। जब रोगी व्यक्ति छींकता या खाँसता है तो उसकी लार के छीटों के साथ शरीर में उपस्थित रोग के जीवाणु या विषाणु बाहर आते हैं तथा आस–पास उपस्थित स्वस्थ व्यक्ति को संक्रमित कर देते हैं जिससे स्वस्थ व्यक्ति भी रोग से ग्रसित हो जाता है।



चित्र क्रमांक–3 : वायु से वाहित रोगों का संक्रमण

रोगी के पास खड़े व्यक्ति को वायु के माध्यम से (वाहित) रोगों का संक्रमण होने की संभावना बढ़ जाती है। अधिक भीड़ वाले एवं कम रोशनदान वाले घरों में भी वायु वाहित रोग होने की संभावना अधिक होती है।(चित्र–3)

दूषित व अधपके माँस व अन्य भोज्य सामग्री को भोजन के रूप में लिया जाए, तब इससे भी कई प्रकार के संक्रामक रोग फैलते हैं। कवक (फंगस) लगा भोज्य पदार्थ ग्रहण करने से खाद्य विषाक्तता होने का खतरा रहता है।



चित्र क्रमांक–4 : रोग संक्रमण के सामान्य तरीके

इसके अलावा कुछ अन्य रोग लैंगिक संपर्क के कारण भी फैलते हैं जैसे– सिफलिस, एड्स (AIDS) आदि। एड्स लैंगिक संपर्क के अलावा रक्त आधान (रक्त चढ़ाना), संक्रमित इंजेक्शन, ग्रसित माता द्वारा बच्चे को दुग्धपान कराने एवं ग्रसित माता से गर्भ के शिशु में भी फैलता है।

- मनुष्यों में असंक्रामक रोग कैसे हो जाते हैं?

13.9 अंग विशिष्ट तथा ऊतक विशिष्ट अभिव्यक्ति (Organ specific and tissue specific manifestation)

हमने बात की है कि विभिन्न साधनों जैसे– जल, वायु, भोजन द्वारा रोग उत्पन्न करने वाले सूक्ष्मजीव शरीर में प्रवेश करते हैं। फिर ये कहाँ जाते हैं? ये शरीर में कहीं भी जा सकते हैं। जैसे– हवा से प्रवेश करने वाले सूक्ष्मजीव नाक के माध्यम से फेफड़ों में पहुँचते हैं और क्षयरोग उत्पन्न करते हैं। ये जीवाणु जब अस्थि पर संक्रमण करते हैं तो उन्हें भंगुर करते तथा कमजोर बना देते हैं जैसे अस्थि का क्षय रोग। मुँह के द्वारा प्रवेश करने वाले सूक्ष्मजीव आहारनाल में जाकर टायफॉइड जैसे रोग उत्पन्न करते हैं। हेपेटाइटिस विषाणु यकृत में पहुँचकर पीलिया रोग उत्पन्न करते हैं।

एच.आई.वी. (HIV) जो एक विषाणु है, शरीर में प्रवेश कर लसीका ग्रंथियों में फैलता है। मलेरिया उत्पन्न करने वाले सूक्ष्म जीव मच्छर के काटने से शरीर में प्रवेश करते हैं। ये यकृत में जाते हैं, उसके बाद लाल रुधिर कोशिकाओं द्वारा शरीर के अन्य अंगों को भी प्रभावित करते हैं। यदि हम यह जानते हों, कि कौन से ऊतक अथवा अंग पर आक्रमण हुआ है और उस ऊतक या अंग का क्या कार्य है तो हम संक्रमण के चिह्न तथा लक्षण का अनुमान लगा सकते हैं।

संक्रामक रोगों के ऊतक विशिष्ट प्रभाव के अतिरिक्त उनके अन्य सामान्य प्रभाव भी होते हैं। अधिकांश सामान्य प्रभाव इस पर निर्भर करते हैं कि संक्रमण से शरीर का प्रतिरक्षा तंत्र क्रियाशील हो जाए। इस प्रकार सक्रिय प्रतिरक्षा तंत्र प्रभावित ऊतक के चारों ओर रोग उत्पन्न करने वाले सूक्ष्म जीवों को मारने के लिए अनेक कोशिकाएँ बना देता है। इस प्रक्रम को शोथ (inflammation) कहते हैं तथा इस प्रक्रम में स्थानीय प्रभाव जैसे– प्रभावित अंग का फूलना तथा दर्द होना और सामान्य प्रभाव जैसे– बुखार, सूजन आदि होते हैं।

क्या आप जानते हैं?

प्रतिरक्षा तंत्र (Immune system)

प्रतिरक्षा प्रणाली किसी जीव के शरीर के भीतर विशिष्ट कोशिकाओं का एक समूह है, जो रोगजनकों और अवांछनीय कोशिकाओं को पहचान कर उन्हें नष्ट करती है तथा रोगों से रक्षा करती है। यह प्रणाली विषाणुओं से लेकर परजीवी कृमियों जैसे– विभिन्न प्रकार के रोग कारकों को पहचानने में सक्षम होती है। किंतु यह जीवों की स्वस्थ कोशिकाओं पर कोई प्रतिक्रिया नहीं करती है, जिससे शारीरिक प्रणाली सुचारू रूप से कार्य करती रहती है।

कुछ मामलों में संक्रमण के विशिष्ट ऊतक अति सामान्य प्रभाव को लक्षित करते हैं। उदाहरण एच.आई.वी. संक्रमण में विषाणु प्रतिरक्षा तंत्र को नष्ट कर देते हैं जिससे रोगी का शरीर प्रतिदिन होने वाले छोटे–छोटे संक्रमणों का मुकाबला नहीं कर पाता है। हल्के खाँसी जुकाम से भी निमोनिया हो सकता है। इसी प्रकार आहारनाल के संक्रमण से रुधिरयुक्त प्रवाहिका हो सकती है। अंततः ये अन्य संक्रमण ही एड्स के रोगी की मृत्यु के कारण बनते हैं।

हमें यह भी स्मरण रखना आवश्यक है कि रोग की तीव्रता की अभिव्यक्ति शरीर में स्थित हानिकारक जीवों की संख्या पर निर्भर करती है। यदि इनकी संख्या बहुत कम है तो रोग की अभिव्यक्ति भी कम होगी। यदि इनकी संख्या अधिक होगी तो रोग की अभिव्यक्ति इतनी तीव्र होगी कि जीवन को भी खतरा हो सकता है। अतः हमारे शरीर का प्रतिरक्षा तंत्र ही इनकी संख्या को निर्धारित करता है तथा हमें रोगों से बचाता है।

- "प्रतिरक्षा तंत्र की रोग के बचाव में महत्वपूर्ण भूमिका रहती है।" एड्स के संदर्भ में इस कथन को समझाएँ।

हम ऐसे पर्यावरण में रहते हैं जिसमें हमारे अतिरिक्त अंन्य जीव भी रहते हैं। इसलिए कुछ रोग अन्य जंतुओं द्वारा भी संचारित होते रहते हैं। ये जन्तु रोगाणुओं (संक्रमण करने वाले कारक) को रोगी से लेकर अन्य नए पोषी तक पहुँचा देते हैं। अतः ये मध्यस्थ का काम करते हैं, जिन्हें रोगवाहक (Vector) कहते हैं। सामान्य रोगवाहक का मच्छर एक उदाहरण है। मच्छर की बहुत सी ऐसी प्रजातियाँ हैं जिन्हें अत्यधिक पोषण की आवश्यकता होती है जिससे कि वे परिपक्व अंडे उत्पन्न कर सकें। मच्छर अनेक समतापी प्राणियों (जिसमें मनुष्य भी शामिल) पर निर्वाह करता है। इस प्रकार वे एक मनुष्य से दूसरे मनुष्य में रोग को फैलाते हैं।

13.10 रोकथाम एवं उपचार (Prevention and treatment)

अब तक की जानकारी के आधार पर यह समझ बनती है कि संक्रामक रोग के उपचार के दो उपाय हो सकते हैं–

(1) रोग के प्रभाव को कम करके। (2) रोग के कारक को नष्ट करके।

उपचार का पहला तरीका यह है कि रोग के जो लक्षण दिखाई देते हैं उन लक्षणों के आधार पर दवा दी जाती है। दवा लेने के पश्चात् रोगी को आराम करने की सलाह दी जाती है। जिससे शरीर की ऊर्जा संरक्षित हो जाए, जो स्वस्थ होने में सहायक है। परंतु इस लक्षण आधारित उपचार से केवल लक्षण दब जाते हैं और संभावना रहती है कि कुछ समय पश्चात् पुनः हमें रोग के लक्षण दिखाई दें। जैसे– किसी संक्रमण से हमें बुखार आ रहा है, बुखार की कोई दवा लेने से बुखार तो ठीक हो जाता है परंतु संक्रामक रोग का कारक सूक्ष्मजीव नष्ट नहीं हो पाता और कुछ दिनों के अंतराल में पुनः बुखार आ जाता है।

दूसरे तरीके के कारकों (जीवाणु, विषाणु, कवक आदि) को कैसे पहचाने इसके लिए जाँच की आवश्यकता पड़ती है। इनकी पहचान कर लेने के पश्चात् उपयुक्त दवा का प्रयोग किया जाता हैं। जैसे– रक्त की जाँच के पश्चात् ज्ञात होता है कि मलेरिया बुखार है तो मलेरिया के लिए दवा नियमित रूप से तथा निश्चित अवधि तक अर्थात् पूरा डोज़ लेना चाहिए, जिससे मलेरिया के कारक नष्ट हो जाएँ।

13.11 रोगों से बचाव (Prevention of diseases)

VBF J29

स्वस्थ जीवन जीने के लिए आवश्यक है कि हम ऐसे प्रयास करें जिससे कि हमें रोग होने की संभावनाएँ कम से कम हो।

- कुछ ऐसे प्रयासों के बारे में बताएँ जिससे कि हम रोगग्रस्त न हों।

स्वस्थ रहने की शुरुआत स्वच्छ वातावरण से की जा सकती है। यदि हम अपने आस–पास के वातावरण को गंदगीमुक्त रखें तो हम रोग फैलने के कई कारणों को नियंत्रित कर सकते हैं। इसी के साथ–साथ भोजन की पर्याप्त मात्रा व व्यायाम के द्वारा भी हम रोगों से दूर रह सकते हैं।

इसी अध्याय में हमने पढ़ा है कि रोगों से बचाव का सीधा संबंध हमारे प्रतिरक्षा तंत्र से होता है। अगर हमारा प्रतिरक्षा तंत्र मज़बूत होगा तो लंबे समय तक हम स्वस्थ बने रह सकते हैं। आजकल प्रतिरक्षा तंत्र को मजबूत बनाने के लिए कई प्रयास किए जाते हैं ताकि रोग होने से पहले ही शरीर में रोग से बचने के लिए सुदृढ़ व्यवस्था बन जाए। आपने 'टीकाकरण' के बारे में तो सुना होगा, यह एक ऐसी ही प्रक्रिया है।

क्या आप जानते हैं?

प्रतिरक्षा (Immunity)

परंपरा के अनुसार भारतीय तथा चीनी चिकित्सकीय तंत्र में कभी–कभी जानबूझकर चेचक से पीड़ित व्यक्ति तथा स्वस्थ व्यक्ति की त्वचा को आपस में रगड़ते थे। उन्हें इससे ऐसी आशा थी कि इसके कारण चेचक के मंद रोगाणु स्वस्थ व्यक्ति के शरीर में रोग के प्रति प्रतिरोधक क्षमता उत्पन्न कर देंगे। दो सौ वर्ष पूर्व एक इंग्लिश चिकित्सक, जिनका नाम एडवर्ड जेनर था, ने पता लगाया कि ग्वाले जिन्हें गौ–चेचक हुई है उन्हें महामारी के समय भी चेचक नहीं हुई। जेनर ने जानबूझकर लोगों को गौ–चेचक दिया। इससे उन्होंने पाया कि अब वे लोग चेचक के प्रतिरोधी हैं। इसका कारण यह है कि चेचक का विषाणु गौ–चेचक के विषाणु का निकट संबंधी है। लैटिन में Cow (गाय) का अर्थ है वाक्का तथा cowpox (गौ–चेचक) का अर्थ है वैक्सीनिया। इस आधार पर वैक्सीन अर्थात् टीका शब्द आया है, जिसका हम आजकल उपयोग करते हैं।

- क्या आपको कभी 'टीका' लगा है? अपने अभिभावकों से पता करें कि आपको कौन–कौन से टीके लगे हैं?

टीकाकरण वह उपाय है जिसके द्वारा किसी रोग विशिष्ट के प्रति शरीर में रोग प्रतिरोधक क्षमता उत्पन्न की जाती है। टीकाकरण की प्रक्रिया द्वारा शरीर में जीवाणुओं एवं विषाणुओं की नियंत्रित मात्रा प्रवेश कराई जाती है। जिससे रोग का हल्का आक्रमण होता है। इससे हमारे शरीर में पुनः इसी प्रकार का आक्रमण होने पर रोग से लड़ने की क्षमता बढ़ जाती है।

चित्र क्रमांक–5 : पोलियो ड्रॉप द्वारा टीकाकरण

मुख्य शब्द (Keywords)

संक्रामक रोग (communicable disease), असंक्रामक रोग (non-communicable disease), वाहक (vector), प्रतिरक्षा तंत्र (immune system), जीवाणु (bacteria), विषाणु (virus), शोथ (inflammation), टीकाकरण (vaccination), एच.आई.वी. (human immuno deficiency virus), एड्स (aquired human immuno deficiency syndrome), दीर्घकालिक रोग (chronic disease), तीव्र रोग (acute disease)

हमने सीखा

- स्वास्थ्य वह स्थिति है जिसमें शारीरिक, मानसिक और कौशल युक्त कार्य अपनी क्षमता एवं दक्षता के साथ पूरा किया जा सके।
- रोग शब्द को अंग्रेजी शब्द Disease से दर्शाया जाता है। जिसका अर्थ आराम में बाधा होना है।
- व्यक्तिगत स्वास्थ्य के लिए सार्वजनिक स्वच्छता महत्वपूर्ण है।
- तीव्र रोग उपचार करने पर कुछ समय में ही ठीक हो जाते हैं जैसे चोट लगने के कारण बुखार। दीर्घकालिक रोग लंबी अवधि तक बना रहता है जैसे– टी.बी.।
- दूषित जल, आहार में पोषक अवयवों का अभाव आदि रोगों के उत्पन्न होने के सहायक कारण हो सकते हैं।
- संक्रामक कारकों द्वारा उत्पन्न होने वाले रोग ''संक्रामक रोग'' कहलाते हैं। उदाहरण– हैजा, टायफॉयड, एड्स एवं क्षय रोग आदि।
- एड्स के रोगी के प्रतिरक्षा तंत्र का कमजोर होना उसकी मृत्यु का कारण होता है।
- जीवों में प्रतिरक्षा तंत्र रोगजनकों और अवांछनीय कोशिकाओं को पहचान कर इन्हें नष्ट करके रोगों से जीव की रक्षा करता है।
- विषाणुओं से उत्पन्न रोग जैसे– टिटेनस, डिप्थीरिया, कुकुरखाँसी, खसरा, पोलियो आदि का सामना करने के लिए प्रतिरोधक क्षमता विकसित की जाती है।
- टीकाकरण द्वारा संक्रामक रोगों का निवारण किया जा सकता है।

अभ्यास

VBPF3H

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) कौन–सा रोग संक्रामक है–

   (अ) रतौंधी (ब) मधुमेह
   (स) उच्च रक्त दाब (द) हैजा

   (ii) एड्स किसके द्वारा होता है–

   (अ) विषाणु (ब) जीवाणु
   (स) कवक (द) कृमि

   (iii) कौन–सा रोग संक्रामक नहीं है–

   (अ) टायफॉयड (ब) कुष्ठ
   (स) छोटी माता (द) रक्त कैंसर

2. अच्छे स्वास्थ्य की दो आवश्यक स्थितियाँ बताएँ।

3. रोग होने के किन्हीं दो प्रमुख कारकों को लिखें।

4. पिछले एक वर्ष में आप कितनी बार बीमार हुए? बीमारी क्या थी?

   (अ) इन बीमारियों को हटाने के लिए आप अपनी दिनचर्या में क्या परिवर्तन करेंगे?

   (ब) इन बीमारियों से बचने के लिए आप अपने पास–पड़ोस में क्या परिवर्तन करना चाहेंगे?

5. एक बच्चा अपनी बीमारी के विषय में नहीं बता पा रहा है। हम कैसे पता करेंगे कि–

   (अ) बच्चा बीमार है? (ब) उसे कौन–सी बीमारी है?

6. संक्रामक तथा असंक्रामक रोगों के बीच क्या भिन्नता होती है? प्रत्येक रोग का एक उदाहरण दें।

7. निम्नलिखित में से किन परिस्थितियों में आपके बीमार होने की संभावनाएँ अधिक हैं? क्यों?

   (अ) जब आपकी परीक्षा का समय है?
   (ब) जब आप बस तथा रेलगाड़ी में दो दिन तक यात्रा कर चुके हैं?
   (स) जब आप का मित्र खसरा से पीड़ित है।

8. रोग प्रतिरोधक क्षमता किसे कहते हैं। यह हमारे स्वास्थ्य को कैसे प्रभावित करती है? एक उदाहरण से समझाएँ।

9. रोग की रोकथाम उसके उपचार से बेहतर है। इस कथन की सार्थकता बताने के लिए कोई एक उदाहरण दें।

परिशिष्ट

स्वास्थ्य संबंधी चेतावनी

धूम्रपान से हानियाँ– धूम्रपान से फेफड़ों पर कुप्रभाव पड़ता है। तम्बाकू में विषैला पदार्थ निकोटिन पाया जाता है। यह फेफड़ों को हानि पहुँचाता है। धूम्रपान से कूपिकाओं की आंतरिक झिल्ली फट जाती है। धूम्रपान करने से कार्बन डाइऑक्साइड गैस माँसपेशियों, मस्तिष्क और रक्त के लिए उपलब्ध ऑक्सीजन की मात्रा कम कर देती है, जिससे गैसों की अदला बदली का क्षेत्र कम हो जाता है। अधिक ऑक्सीजन ग्रहण करने के लिए हृदय को अधिक कार्य करना पड़ता है जिससे हृदयाघात की संभावना बढ़ जाती है।

तम्बाकू निकोटिया टेबेकम की पत्तियों के किण्वन द्वारा बनाई जाती है। इसके सेवन से होंठ, जीभ, मुखगुहा की झिल्ली, ग्रसिका के कैंसर होने की संभावना होती है।

शराब से नुकसान– अत्यधिक शराब पीने के बाद मूर्छा होती है। एकाग्रता की कमी, मस्तिष्क को नुकसान, उच्च रक्त दाब, गुर्दे की विफलता आदि लक्षण दिखाई देते हैं साथ ही साथ पीलिया, यकृत का कैंसर और हेपेटाइटिस आदि रोग होने की संभावना होती है।

इनके अतिरिक्त नशीले पदार्थ जैसे– कोकीन, अफीम, गांजा का सेवन करने पर ये मानसिक उत्तेजना, सम्मोहन प्रभाव, विभ्रम, चेतनाहीनता, आदि उत्पन्न करते हैं। इनका सेवन आजकल एक गंभीर समस्या बनती जा रही है।

अध्याय—14
ध्वनि
(Sound)

VBYB5J

दैनिक जीवन में हम विभिन्न प्रकार की ध्वनियाँ सुनते हैं जैसे पशु—पक्षियों की ध्वनि, मशीन—गाड़ियों की ध्वनि, टी.वी.—टेलीफोन की ध्वनि आदि। कुछ ध्वनियाँ ऐसी होती हैं, जिसे हम नहीं सुन पाते लेकिन कुछ पशु—पक्षी उसे सुन सकते हैं।

ध्वनि से संबंधित कई प्रश्न हैं जैसे—

1. ध्वनि क्या है? यह कैसे उत्पन्न होती है?
2. ध्वनि किसी स्रोत से हमारे कान तक कैसे पहुँचती है?
3. बंद कार, बंद बस या बंद कमरे के भीतर किसी व्यक्ति की आवाज़ बाहर खड़े व्यक्ति को सुनाई नहीं देती या बहुत कम सुनाई देती है। मगर जब आप कार के शीशे या दरवाजे को खटखटाते हैं तब दोनों ओर आवाज सुनाई देती है। ऐसा क्यों?

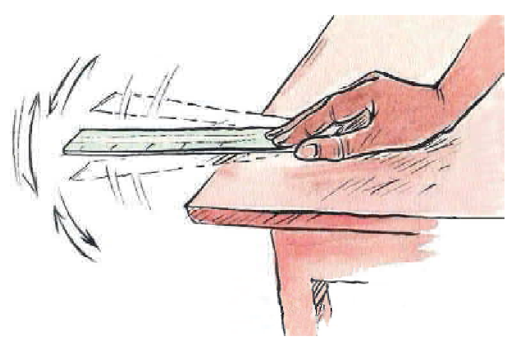
इस अध्याय में हम इन सभी प्रश्नों के उत्तर खोजने का प्रयास करेंगे। साथ ही इससे संबंधित क्रियाकलाप एवं प्रयोग भी करेंगे।

14.1 ध्वनि का उत्पन्न होना

VC8777

क्रियाकलाप—1

1. एक मीटर स्केल लें।
2. इसके एक सिरे को 40 cm तक मेज के किनारे पर कस कर दबाए रखें। (चित्र—1)
3. स्केल के दूसरे सिरे को नीचे की ओर दबाकर छोड़ दें। हमने देखा कि स्केल कंपन करने लगता है और ध्वनि उत्पन्न होती है। इस क्रियाकलाप में स्केल को 30 cm, 20 cm तथा 10 cm तक रखकर दोहराएँ। आपने क्या अनुभव किया? क्या स्केल की लम्बाई का ध्वनि पर प्रभाव पड़ा?



चित्र क्रमांक—1 : मीटर स्केल में कंपन

क्रियाकलाप—2

1. चित्र—2 में दिखाए अनुसार धातु के तार को दो हुक के बीच में कस कर बाँधिए। (ध्यान दें कि तार में मोड़ न हो)

चित्र क्रमांक—2 :
धातु के तार का हुक से बंधा होना

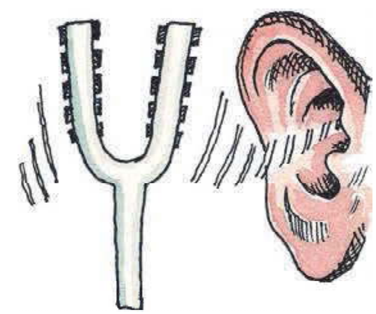
2. अपनी उंगली से छूकर उसे कंपित कराएँ।

क्या आपको ध्वनि सुनाई दी? यदि हाँ तो क्या यह ध्वनि क्रियाकलाप–1 में उत्पन्न हुई ध्वनि से अलग थी?

क्रियाकलाप–3

1. एक स्वरित्र द्विभुज लें।
2. इसकी भुजा को रबर पैड पर मारकर कंपित कराइए।
3. कंपित स्वरित्र द्विभुज को कान के समीप लाएँ।

क्या आपको ध्वनि सुनाई देती है? कंपित स्वरित्र द्विभुज की भुजा को अपनी उंगली से स्पर्श करें। आपने क्या अनुभव किया? मित्रों से चर्चा करें।



चित्र क्रमांक–3 :
कंपित खरित्र द्विभुज की ध्वनि सुनना

उक्त सभी क्रियाकलापों में आपने देखा कि ध्वनि किसी वस्तु में कंपन से उत्पन्न होती है। भिन्न–भिन्न पदार्थों (वस्तुओं) में कंपन से भिन्न–भिन्न प्रकार की ध्वनियाँ उत्पन्न होती हैं। ध्वनि पदार्थ की प्रत्यास्थता पर निर्भर करती है। **प्रत्यास्थता पदार्थ का वह गुण है जिससे वह अपने आकार या आकृति में परिवर्तन का विरोध करता है।** अर्थात् जब किसी पदार्थ पर बल लगाकर उसकी आकृति या आकार में परिवर्तन किया जाता है अथवा परिवर्तन का प्रयास किया जाता है तब वह प्रत्यास्थता के कारण उस परिवर्तन का विरोध करते हुए पुनः अपनी पूर्व स्थिति में आने का प्रयास करती है।

जो पदार्थ जितना ज्यादा प्रत्यास्थ होगा, वह उतनी ही शीघ्रता से अपनी पूर्व स्थिति में आने का प्रयास करेगा जैसे– धातु से बने पदार्थ रबर की अपेक्षा अधिक प्रत्यास्थ होते हैं। इसी कारण उन्हें मोड़ना या खींचना रबर की अपेक्षा ज्यादा कठिन होता है। पदार्थ का यही गुण उनसे उत्पन्न होने वाली ध्वनियों को प्रभावित करता है।

कंपित वस्तु की लम्बाई भी ध्वनि को प्रभावित करती है। एक सीमा से कम लम्बाई पर कंपित वस्तु की ध्वनि सुनाई नहीं देती है।

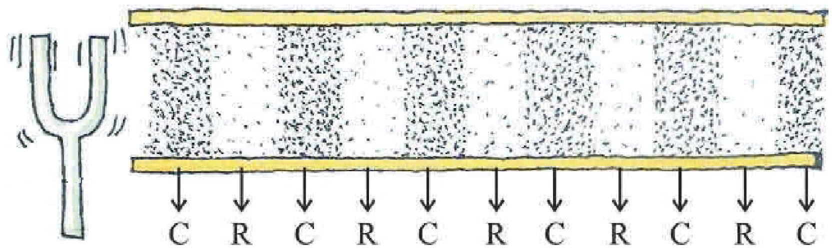
14.2 ध्वनि का हम तक पहुँचना

हमने देखा कि ध्वनि कंपन करती हुई वस्तुओं से उत्पन्न होती है। जब कोई वस्तु कंपन करती है तो वह अपने सम्पर्क के माध्यम के कणों पर बल आरोपित करती है जिससे माध्यम के कण अपनी संतुलित या विराम अवस्था से विस्थापित हो जाते हैं और अपने समीप के अन्य कणों पर समान बल आरोपित करते हैं। ये विस्थापित कण पुनः अपने समीप के कणों पर बल आरोपित कर उन्हें विस्थापित कर देते हैं। समीप के कणों को विस्थापित करने के पश्चात प्रारम्भिक कण अपनी मूल अवस्था में लौट आते हैं। इस प्रकार ऊर्जा का एक कण से दूसरे कण में स्थानान्तरण होता है और ध्वनि आगे बढ़ती है। माध्यम में यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक ध्वनि आपके कानों तक नहीं पहुंच जाती।

क्या ध्वनि तरंग का ही एक रूप है?

आइए, इसे पूर्व में किए क्रियाकलाप–3 के आधार पर समझने का प्रयास करें–

क्रियाकलाप–3 में जब आप स्वरित्र द्विभुज को कंपित कराते हैं तो कंपित स्वरित्र द्विभुज की भुजा अपने क्रमशः दाईं और बाईं ओर कंपन (दोलन) करने लगती है। जब वह अपने दायीं ओर कंपन करती हैं तो अपने सम्पर्क की वायु के कणों को धक्का देकर उच्च दाब का क्षेत्र उत्पन्न करती है। इस क्षेत्र को संपीड़न कहते हैं। जब यह पुनः पीछे की ओर कंपन करते हुए वापस आती हैं तो एक निम्न दाब का क्षेत्र उत्पन्न करती हैं जिसे विरलन कहते हैं। (चित्र–4)



चित्र क्रमांक–4 : कंपित स्वरित्र त्रिभुज में क्रमशः संपीड़न तथा विरलन की शृंखला (यहाँ **C** संपीड़न तथा **R** विरलन को दर्शाता है।)

जब स्वरित्र द्विभुज लगातार कंपन करता है तो वायु में संपीडन और विरलन की एक श्रेणी बन जाती हैं। यहीं संपीड़न और विरलन एक तरंग बनाते हैं जो माध्यम से होकर संचरित होती हैं।

चूंकि ध्वनि संचरण में माध्यम के एक कण से दूसरे कण में ऊर्जा का स्थानान्तरण होता है। इस कारण ध्वनि को यांत्रिक तरंगें कहा जाता है।

क्या ध्वनि संचरण (गमन) ठोस, द्रव या गैस तीनों माध्यमों में समान होता है?

क्रियाकलाप–4

1. लकड़ी की मेज़ के एक सिरे के पास अपना कान लगाएँ (चित्र–5)।

चित्र क्रमांक–5 : ठोस माध्यम में ध्वनि का सुनाई देना

2. अपने मित्र को मेज़ के दूसरे सिरे पर धीरे से ठोकने या खटखटाने को कहें।
क्या आपको ध्वनि सुनाई दी?
ध्वनि आप तक किस माध्यम से पहुँची?

3. अब अपना कान मेज़ से ऊपर उठाइए और मित्र को पुनः मेज़ को ठोकने को कहें।
इस स्थिति में ध्वनि किस माध्यम से आप तक पहुँची?
दोनों स्थितियों में सुनाई दी गई ध्वनियों में क्या अंतर था? अपने मित्रों से चर्चा करें।

चर्चा करें–

1. नदी या तालाब में चल रही मोटर नाव की ध्वनि पानी की सतह से ज्यादा पानी के भीतर सुनाई देती है। ऐसा क्यों?

ध्वनि का संचरण माध्यम के कणों के घनत्व पर निर्भर करता है। घनत्व जितना अधिक होगा कंपन के कारण माध्यम में दाब भी उतना अधिक होगा और ध्वनि का संचरण भी तीव्रता से होगा। ठोस तथा द्रव माध्यम के कण गैस की तुलना में पास–पास होते हैं। अर्थात् इनका घनत्व गैस के कणों से अधिक होता है, जिससे वस्तु के कंपन के कारण कणों में विस्थापन तीव्रता से होता हैं और ऊर्जा स्थानान्तरण के समय ऊर्जा ह्रास भी कम होती हैं। इसी कारण गैस (वायु) की अपेक्षा ठोस तथा द्रव में ध्वनि तेजी से गति करती है। इसी तरह द्रव की अपेक्षा ठोस में ध्वनि संचरण तीव्रता से तथा कम ऊर्जा ह्रास से (द्रव की तुलना में) होता है और हमें ध्वनि साफ सुनाई देती है।

प्रत्यास्थता के आधार पर देखने पर, ऐसे पदार्थ जिनमें उपस्थित कणों के मध्य आकर्षण बल अधिक होता है, वे अधिक प्रत्यास्थ होते हैं क्योंकि उनकी स्थिति में परिवर्तन करना ज्यादा कठिन होता है। ऐसे कणों में विक्षोभ उत्पन्न करने पर वह शीघ्रता से अपनी पूर्व स्थिति में आने का प्रयास करते हैं तथा वे कण जो शीघ्रता से अपनी पूर्व स्थिति में आ जाते हैं, पुनः गति करने को तैयार होते हैं और इस प्रकार वे तीव्र गति से कम्पन (दोलन) करते हैं। ऐसे माध्यम जिसकी प्रत्यास्थता अधिक होती है (जैसे– स्टील) में ध्वनि संचरण कम प्रत्यास्थता वाले माध्यम (जैसे– रबर) की अपेक्षा तेजी/शीघ्रता से होता है। यही कारण है कि ठोस, द्रव तथा गैस (वायु) में ध्वनि संचरण की गति ठोस में सबसे अधिक और गैस (वायु) में सबसे कम होती है।

चर्चा करें–

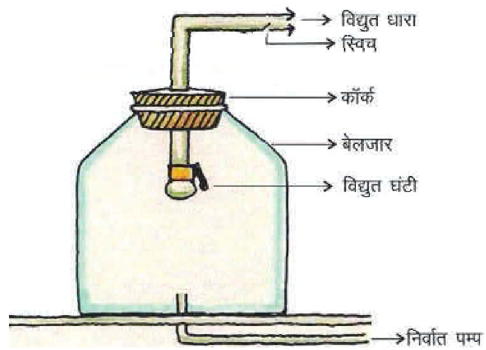
1. पृथ्वी की सतह से ऊपर की ओर जाने पर ध्वनि पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
2. क्या अन्तरिक्ष में भी ध्वनि सुनाई देगी? कारण दें।
3. बारिश के मौसम में बिजली कड़कड़ाने पर हमें रोशनी पहले दिखाई देती है और कड़कड़ाने की ध्वनि कुछ क्षण बाद सुनाई देती है। क्यों?

ध्वनि और माध्यम

अब तक हमने पढ़ा कि ध्वनि संचरण माध्यमों के घनत्व पर निर्भर करता है। सोचो, यदि माध्यम ही न हो तो क्या ध्वनि हम तक पहुँचेगी? यह जाँचने के लिए निम्न प्रयोग किया गया।

प्रयोग

प्रयोग (चित्र क्रमांक–6) में एक विद्युत घंटी और काँच का एक बेलजार लिया गया। घंटी को बेलजार में लटका कर, बेलजार को निर्वात पंप से जोड़ा गया। घंटी के स्विच को दबाने पर उसकी आवाज सुनाई दी। जब निर्वात पंप से बेलजार की वायु को धीरे–धीरे बाहर निकाला गया तब घंटी की ध्वनि धीमी पड़ने लगी, यद्यपि उसमें पहले जैसे ही विद्युत धारा प्रवाहित हो रही थी। जब बेलजार की समस्त वायु निकाल दी गई तो घंटी की ध्वनि बंद हो गई।



चित्र क्रमांक–6 : बेलजार का प्रयोग

इस प्रयोग से यह निष्कर्ष निकाला गया कि निर्वात में ध्वनि संचरित नहीं होती अर्थात् ध्वनि को सुनने के लिए माध्यम की आवश्यकता होती हैं।

ध्वनि तरंगें निर्वात में संचरित नहीं होतीं क्योंकि निर्वात् में संपीड़न तथा विरलन के लिए कण उपस्थित नहीं होते।

सोचें

चन्द्रमा पर वायुमण्डल न होने पर क्या वहाँ अन्तरिक्ष यात्री बात कर पाएँगे? कारण दीजिए।

VCH38U

14.3 तरंगों के प्रकार (कंपन की दिशा के आधार पर)

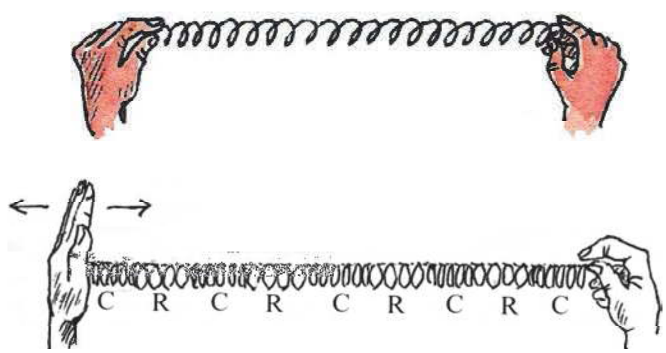
हम जानते हैं कि जब तरंग संचरण होता है तो माध्यम के कणों का स्थानान्तरण नहीं होता अपितु वह अपनी मूल स्थिति के सापेक्ष कंपन या दोलन करते हैं। तरंग संचरण की दिशा के सापेक्ष माध्यम के कणों के दोलन की दिशा के आधार पर तरंग दो प्रकार की होती है–

1. अनुदैर्ध्य तरंग (Longitudinal waves)
2. अनुप्रस्थ तरंग (Transverse waves)

क्रियाकलाप–5

(अ) अनुदैर्ध्य तरंगों का बनना

1. एक स्लिंकी (स्प्रिंगनुमा प्लास्टिक) लें।
2. स्लिंकी के दोनों सिरे को पकड़कर आगे–पीछे बारी–बारी से खींचें और धक्का दें।
3. अब स्लिंकी पर निशान लगा दें और उक्त क्रिया को पुनः दोहराएँ और इसे ध्यानपूर्वक देखें।



चित्र क्रमांक–7 :
स्लिंकी में अनुदैर्ध्य तरंगों का बनना (यहां **C** संपीड़न तथा **R** विरलन को दर्शाता है।)

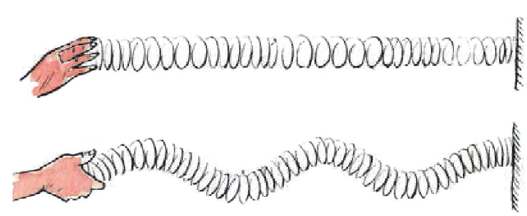
इस क्रियाकलाप में आपने देखा कि आगे–पीछे धक्का देने और खींचने पर स्लिंकी में लगा चिन्ह भी विस्थापन के संचरण की दिशा के समानांतर दिशा में गति करता है। इस प्रकार की तरंगें अनुदैर्ध्य तरंगे कहलाती हैं।

अर्थात् **वे तरंगे जिसमें माध्यम के कणों का कंपन (दोलन) तरंग संचरण की दिशा के समान्तर होता है, उन्हें अनुदैर्ध्य तरंगें कहते हैं। ध्वनि तरंगों का संचरण भी इसी प्रकार होता है। अतः ध्वनि तरंगें भी अनुदैर्ध्य तरंगें हैं।**

क्रियाकलाप–6

(ब) अनुप्रस्थ तरंगों का बनना।

1. एक स्लिंकी (स्प्रिंगनुमा प्लास्टिक) लें।
2. स्लिंकी के एक सिरे को स्थिर रखकर दूसरे सिरे को ऊपर–नीचे हिलाएँ।



चित्र क्रमांक–8 : स्लिंकी में अनुप्रस्थ तरंगों का बनना

इस क्रिया में बनी तरंग क्या अनुदैर्ध्य तरंगों से अलग हैं?

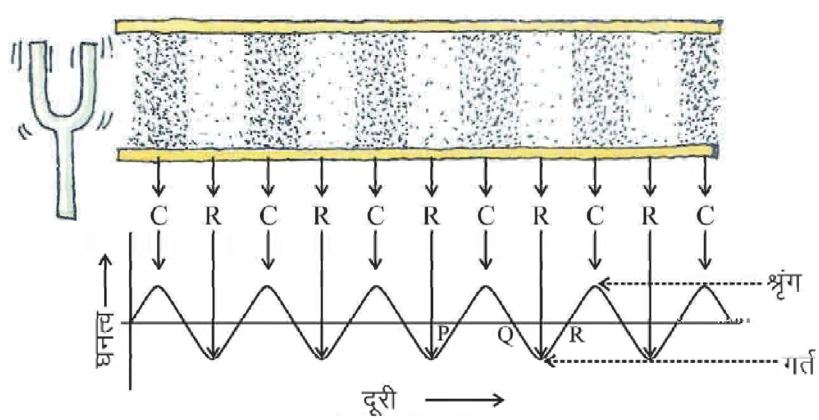
स्लिंकी को ऊपर नीचे हिलाने पर कणों का कंपन तरंग संचरण की दिशा में लंबवत् होता है। इस क्रिया में बनी तरंगों को अनुप्रस्थ तरंगें कहते हैं।

अर्थात् **वह तरंग जिसमें माध्यम के कण अपनी माध्य स्थितियों पर तरंग संचरण की दिशा में लंबवत् दोलन या कंपन करते हैं, अनुप्रस्थ तरंग कहलाते हैं।**

14.4 ध्वनि तरंग के अभिलक्षण

तरंग के स्वरूप को चार राशियों के आधार पर परिभाषित किया जाता है। ये चार राशियाँ हैं– तरंग की तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति, आयाम तथा वेग।

नीचे स्वरित्र द्विभुज के कंपन से उत्पन्न ध्वनि तरंगें दर्शाई गई हैं।



चित्र क्रमांक–9

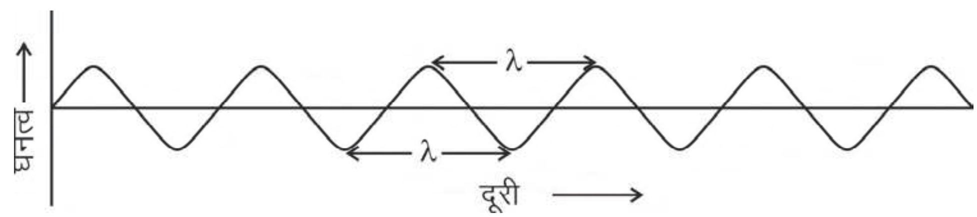
हम जानते हैं कि ध्वनि तरंगों में क्रमशः संपीड़न तथा विरलन होता है। संपीड़न के क्षेत्र में वायु कणों का घनत्व अधिकतम तथा विरलन के क्षेत्र में वायु कणों का घनत्व न्यूनतम होता है।

यह ग्राफ अनुदैर्ध्य तरंग के लिए माध्यम के कणों के घनत्व तथा तरंग की दूरी में बनाया गया है। ग्राफ में PQ वाला भाग संपीड़न को तथा QR वाला भाग विरलन को दर्शाता है। उसी प्रकार अनुप्रस्थ तरंग के लिए ग्राफ में उभरे भाग को श्रृंग तथा नीचे की खाई वाले भाग को गर्त कहते हैं।

तरंग से संबंधित विभिन्न पारिभाषिक शब्द निम्नलिखित हैं–

1. तरंग दैर्ध्य (Wave length)

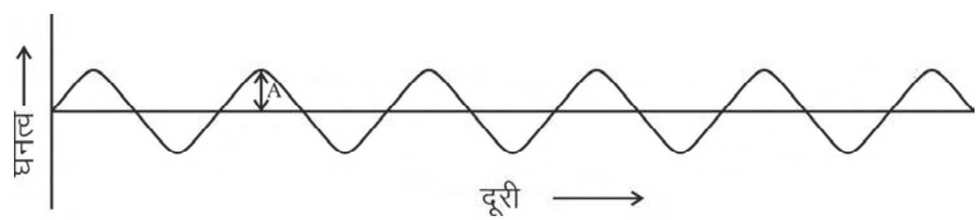
दो क्रमागत संपीड़नों (श्रृंगों) अथवा विरलनों (गर्तों) के बीच की दूरी को तरंगदैर्ध्य कहते हैं। इसका SI मात्रक मीटर है। इसे λ (लेमडा) से प्रदर्शित किया जाता है।



चित्र क्रमांक–10 : घनत्व–दूरी ग्राफ में तरंग दैर्ध्य

2. आयाम (Amplitude)

जब ध्वनि तरंगें वायु में गमन करती हैं तब वायु के कण दोलायमान होते हैं जिससे संपीड़न और विरलन क्षेत्र बनता है, परिणामस्वरूप किसी क्षेत्र का वायु घनत्व सामान्य से अधिक होकर उच्चतम स्तर एवं निम्नतम स्तर तक घटता–बढ़ता है। ध्वनि तरंग के कारण माध्यम के घनत्व में मूल स्थिति में उतार–चढ़ाव का मान तरंग का आयाम कहलाता है। जितनी ऊँची या तीव्र ध्वनि हो उतना अधिक माध्यम के घनत्व में उतार–चढ़ाव होता है। अर्थात् उतना अधिक तरंग का आयाम होता है। इसे अक्षर A से निरूपित किया जाता है।



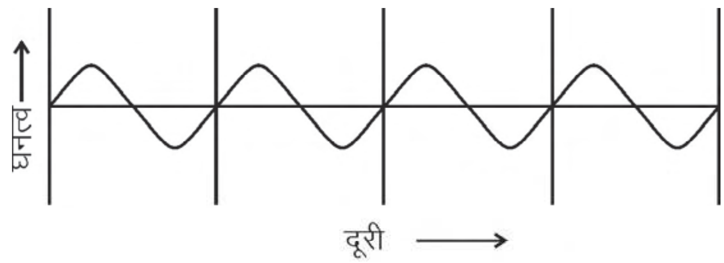
चित्र क्रमांक–11 : घनत्व–दूरी ग्राफ में तरंग का आयाम

3. आवर्तकाल (Time period)

दो क्रमागत संपीड़नों या दो क्रमागत विरलनों द्वारा किसी निश्चित बिन्दु से गुजरने में लगे समय को तरंग का आवर्तकाल कहते हैं। दूसरे शब्दों में, किसी माध्यम में घनत्व के एक सम्पूर्ण दोलन में लिया गया समय ध्वनि तरंग का आवर्तकाल कहलाता है। इसे अक्षर T से निरूपित किया जाता हैं। इसका SI मात्रक सेकण्ड है।

4. आवृत्ति (Frequency)

हम जानते हैं कि जब ध्वनि किसी माध्यम में संचरित होती है तो माध्यम का घनत्व किसी अधिकतम तथा न्यूनतम मान के बीच बदलता है। घनत्व का अधिकतम मान से न्यूनतम मान तक आकर पुनः अधिकतम मान तक पहुँचने पर एक दोलन पूरा होता है।



चित्र क्रमांक–12

एकांक समय में इन दोलनों की कुल संख्या ध्वनि तरंग की आवृत्ति कहलाती है।

यदि हम प्रति एकांक समय में तरंग के एक बिंदु से गुजरने वाले संपीड़नों या विरलनों की संख्या की गणना करें तो हम ध्वनि तरंग की आवृत्ति ज्ञात कर सकते हैं। इसे सामान्यतः अक्षर 'n' से प्रदर्शित किया जाता है। इसका SI पद्धति में मात्रक प्रति सेकण्ड या Hz (हर्ट्ज) है। ध्वनि की तीक्ष्णता (तारत्व) उसकी आवृत्ति पर निर्भर करती है।

आवृत्ति तथा आवर्तकाल के बीच निम्न संबंध होता है–

$$T = \frac{1}{n} \quad \text{या} \quad n = \frac{1}{T}$$

उदाहरण–1 : 500 हर्ट्ज वाले तरंग का आवर्तकाल ज्ञात करें?

हल : प्रश्नानुसार आवृत्ति $n = 500$ Hz

चूंकि हम जानते हैं कि आवर्तकाल $T = 1/n$

$= 1/500$

$= 0.002$ second

5. ध्वनि तरंगों की चाल (Speed of sound waves)

एक संपीड़न या एक विरलन द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी को तरंग की चाल कहते हैं।

हम जानते हैं कि चाल = दूरी / समय

एक दोलन पूर्ण करने में तरंग द्वारा चली गई दूरी का मान तरंगदैर्ध्य (λ) के बराबर एवं समय आवर्तकाल (T) के बराबर होता है।

अतः $v = \lambda/T$

$\because n = 1/T$

अतः चाल $= n\lambda$

अर्थात् चाल = आवृत्ति × तरंगदैर्ध्य

ध्यान रहे ध्वनि तरंगों की चाल केवल माध्यम की प्रकृति पर निर्भर करती है न कि उसके तरंगदैर्ध्य या आवृत्ति पर।

उदाहरण–2: किसी गैस माध्यम से स्रोत द्वारा 40000 संपीड़न एवं 40000 विरलन प्रति सेकण्ड निर्मित होती है। यदि पहला संपीड़न, स्रोत से 1 सेमी की दूरी पर हो तो तरंग का वेग ज्ञात करें?

हल : हम जानते हैं कि आवृत्ति 1 सेकंड में होने वाले संपीड़नों एवं विरलनों की संख्या के बराबर होती है।

अतः आवृत्ति n = 40000 Hz

तरंगदैर्ध्य λ = दो संपीड़नों अथवा विरलनों के बीच की दूरी

=1 सेमी = 1/100 मीटर

चूंकि तरंग का वेग $v = n\lambda$

= 40000 x1/100

= 400 मीटर / सेकण्ड

14.5 श्रव्यता परास (Hearing range)

मनुष्यों में ध्वनि की श्रव्यता के आधार पर इसे तीन भागों में बांटा गया है– 1. श्रव्य ध्वनि, 2. अवश्रव्य ध्वनि, 3. पराश्रव्य ध्वनि।

श्रव्य ध्वनि (audible sound)- हम सभी आवृत्ति की ध्वनियों को नहीं सुन सकते हैं। मनुष्यों में ध्वनि की श्रव्यता का परास अर्थात जिसे हम सुन सकते हैं, लगभग 20 Hz से 20 हजार Hz (20 KHz) तक होता है। पांच वर्ष से कम आयु के बच्चे तथा कुछ जंतु जैसे कुत्ते 25 KHz तक की ध्वनि सुन सकते हैं।

अवश्रव्य ध्वनि (infrasound)- 20 Hz से कम आवृत्ति की ध्वनियों को अवश्रव्य ध्वनि (infrasound) कहते हैं। जैसे– भूकंप के समय पृथ्वी के भीतर की तरंगें, रासायनिक तथा नाभिकीय विखंडन में उत्पन्न ध्वनियाँ आदि। यदि हम अवश्रव्य ध्वनि को सुन पाते तो हम किसी लोलक के कंपनों को उसी प्रकार सुन पाते जैसे कि हम किसी भौंरे के पंखों के कंपनों को सुन पाते हैं।

पराश्रव्य ध्वनि या पराध्वनि (ultrasound)- 20 KHz से अधिक आवृत्ति की ध्वनियों को पराश्रव्य ध्वनि या पराध्वनि (ultrasound) कहते हैं। डाल्फिन, चमगादड़ जैसे कुछ जंतुओं के द्वारा पराध्वनि उत्पन्न की जाती है। शलभों या कीट–पतंगों (moths) के श्रवण इन्द्रियाँ अत्यंत सुग्राही होती हैं। ये चमगादड़ों द्वारा उत्पन्न उच्च आवृत्ति की चींचीं की ध्वनि को सुन सकते हैं। उन्हें अपने आस–पास उड़ते हुए चमगादड़ के बारे में जानकारी मिल जाती है और इस प्रकार स्वयं को पकड़े जाने से बचा पाते हैं।

14.6 पराश्रव्य ध्वनि का अनुप्रयोग

VNLFMR

पराध्वनियाँ उच्च आवृत्तियों की तरंगें हैं। ये ध्वनियां अवरोधों की उपस्थिति में भी एक निश्चित पथ पर गमन कर सकती हैं। उद्योगों तथा चिकित्सा के क्षेत्रों में पराध्वनियों का वृहद् रूप से उपयोग किया जाता है।

पराध्वनि प्रायः उन भागों को साफ करने में उपयोग की जाती है जिन तक सामान्य विधि से पहुँचना कठिन होता है जैसे विषम आकार के पुर्जे, इलेक्ट्रॉनिक उपकरण आदि। जिन वस्तुओं को साफ करना होता है उन्हें साफ करने वाले विलयन में रखते हैं और इस विलयन में पराध्वनि तरंगे भेजी जाती हैं। उच्च आवृत्ति के कारण धूल, चिकनाई तथा गंदगी के कण अलग होकर नीचे गिर जाते हैं। इस प्रकार वस्तु पूर्णतया साफ हो जाती है।

पराध्वनि का उपयोग धात्विक पिंडों में छुपी दरारों तथा उसके अन्य दोषों का पता लगाने के लिए भी किया जाता है। ईकोकार्डियोग्राफी (Echocardiography) के रूप में भी पराध्वनि का उपयोग किया जाता है। इस तकनीक में पराध्वनि (ultrasound) तरंगों को हृदय के विभिन्न भागों से परावर्तित कराकर हृदय के कंपन का प्रतिबिम्ब बनाया जाता है।

अल्ट्रा सोनोग्राफी **(ultrasonography)**

पराध्वनि (ultrasound) संसूचक या अल्ट्रा सोनोग्राफी एक ऐसा यंत्र है जो पराध्वनि तरंगों का उपयोग करके मानव शरीर के आंतरिक अंगों का प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए उपयोग में लाया जाता है। इस संसूचक से रोगी के अंगो जैसे यकृत, पित्ताशय, गर्भाशय, गुर्दे आदि का प्रतिबिम्ब प्राप्त किया जा सकता है तथा पथरी व विभिन्न अंगों में अर्बूद (ट्यूमर) का पता लगाने में सहायता करता है। इस तकनीक में पराध्वनि तरंगें शरीर के ऊतकों में गमन करती हैं तथा उस स्थान से परावर्तित हो जाती हैं जहाँ ऊतक के घनत्व में परिवर्तन होता है। इसके पश्चात इन तरंगों को विद्युत संकेतों में परिवर्तित कर उस अंग का प्रतिबिम्ब बना लिया जाता है।

इन प्रतिबिम्बों को मॉनिटर पर प्रदर्शित किया जाता है या फिल्म पर अंकित कर लिया जाता है।

इसका उपयोग गर्भकाल में भ्रूण की जांच, उसके जन्मजात दोषों तथा उसकी वृद्धि की अनियमितताओं का पता लगाने में किया जाता है। पराध्वनि का उपयोग गुर्दे की छोटी पथरी को बारीक कणों में तोड़ने के लिए भी किया जाता है।

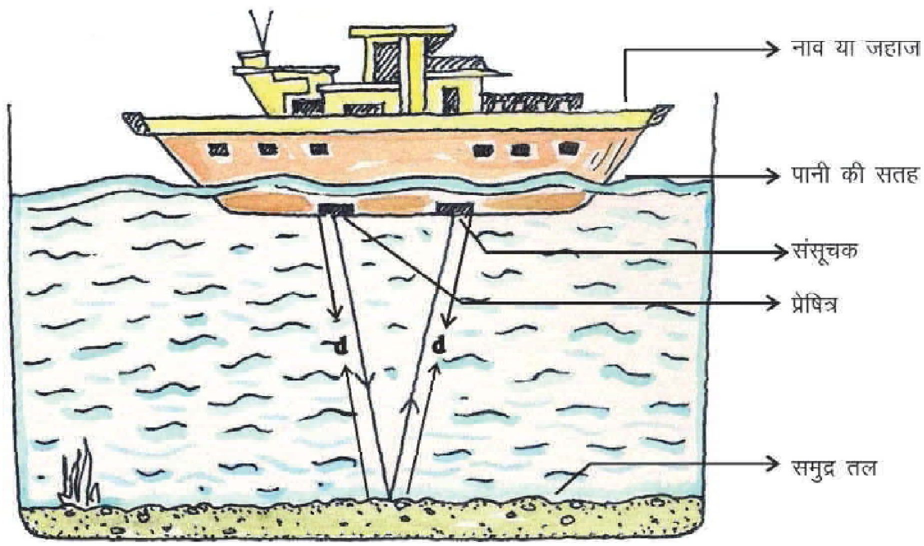
सोनार **(Sound navigation and ranging - SONAR)**

यह एक ऐसी युक्ति है जिसमें जल में स्थित पिण्डों की दूरी, दिशा तथा चाल मापने के लिए पराध्वनि तरंगों का उपयोग किया जाता है। इस यंत्र में एक प्रेषित्र (transmitter) एवं एक संसूचक (reciever) होता है और इसे किसी नाव या जहाज में (चित्र–13) के अनुसार लगाया जाता है। प्रेषित्र पराध्वनि तरंगें उत्पन्न करता है और उसे प्रेषित करता है। ये तरंगें जल में गमन करती हैं तथा समुद्र तल में पिण्ड से टकराने के पश्चात परावर्तित होकर संसूचक द्वारा ग्रहण कर विद्युत संकेतों में परिवर्तित कर दी जाती है। प्रेषण और संसूचन के बीच समय अंतराल ज्ञात कर पिण्ड की दूरी की गणना की जा सकती है। माना कि पराध्वनि संकेत के प्रेषण तथा अभिग्रहण में लगा समय अंतराल t है तथा समुद्री जल में ध्वनि की चाल v है। अतः संकेत द्वारा तय की गई कुल दूरी $2d$ होगी (d दूरी जाना एवं d दूरी आना)।

समय = दूरी / चाल

$$t = \frac{2d}{v}$$

अतः गहराई $d = \frac{vt}{2}$



चित्र क्रमांक–13 : सोनार **(SONAR)**

उदाहरण–2: एक अनुसंधान टीम द्वारा समुद्र की गहराई में सोनार संसूचक से सिग्नल प्रेषित किया जाता है। सिग्नल 6s में वापस प्राप्त हो जाती है। यदि समुद्री जल में ध्वनि की चाल 1500 m/s हो तो समुद्र की गहराई ज्ञात करें?

मान लें समुद्र की गहराई d मी. है।

अतः सिग्नल द्वारा तय की गई दूरी = 2 d

एवं लगा समय = 6 s

ध्वनि की चाल = 1500 m/s

चूंकि चाल = दूरी / समय

अतः दूरी = चाल × समय

$2d = 1500 \times 6$

$d = 1500 \times 6/2$

अतः समुद्र की गहराई $d = 4500$ m $= 4500/1000$ km $= 4.5$ km

हमने सीखा

- स्रोत के कंपन से ध्वनि उत्पन्न होती है।
- ध्वनि किसी माध्यम में अनुदैर्ध्य तरंगों के रूप में क्रमशः संपीड़न एवं विरलन के रूप में संचरित होती है।
- ध्वनि संचरण में माध्यम के कण आगे नहीं बढ़ते, केवल विक्षोभ् ही संचरित होता है।
- ध्वनि संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है।
- दो क्रमागत संपीड़न तथा विरलन के बीच की दूरी को तरंगदैर्ध्य कहते हैं।
- तरंग द्वारा माध्यम के घनत्व के एक संपूर्ण दोलन में लिए गए समय को आवर्त काल कहते हैं।
- एकांक समय में दोलनों की कुल संख्या को आवृत्ति कहते हैं।
- ध्वनि की चाल = आवृत्ति × तरंगदैर्ध्य ($v = n\lambda$)
- मानव में ध्वनि की श्रव्यता की आवृत्तियों का औसत परास 20 Hz से 20 kHz तक होता है।
- श्रव्यता परास से कम आवृत्ति की ध्वनि को अवश्रव्य तथा अधिक आवृत्ति की ध्वनि को पराध्वनि कहते हैं। इसे चिकित्सा तथा प्रौद्योगिक क्षेत्रों में उपयोग में लिया जाता है।
- सोनार तकनीक का उपयोग समुद्र के भीतर छिपी वस्तुओं का पता लगाने में किया जाता है।

मुख्य बिन्दु (Keywords)

विक्षोम (disturbance), तरंग (wave), तरंगदैर्ध्य (wavelength), श्रव्यता परास (hearing range), आयाम (amplitude), आवृत्ति (frequency), आवर्तकाल (time period), संपीड़न (compression), विरलन (rarefaction)

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनकर लिखिए–

VNVBPE

(i) जब ध्वनि तरंगें माध्यम में संचरित होती हैं तब एक स्थान से दूसरे स्थान पर–

(अ) माध्यम के कणों का स्थानांतरण होता है।

(ब) ऊर्जा का एक कण से दूसरे कण में स्थानांतरण होता है।

(स) ऊर्जा का परिवर्तन होता है।

(द) इनमें से कोई नहीं।

(ii) 20 Hz से कम आवृत्ति वाली ध्वनि कहलाती है–

(अ) श्रव्य (ब) अवश्रव्य

(स) पराश्रव्य (द) इसमें से कोई नहीं

(iii) दो क्रमागत संपीड़नों या विरलनों के बीच की दूरी कहलाती है–

(अ) आयाम (ब) आवृति

(स) तरंग की चाल (द) तरंग दैर्ध्य

(iv) संचरित तरंग के वेग (v), आवृत्ति (n) तथा तरंगदैर्ध्य (λ) में संबंध होता है–

(अ) $v = \frac{n}{\lambda}$ (ब) $v = n\lambda$

(स) $v = \frac{\lambda}{n}$ (द) इनमें से कोई नहीं

(v) ध्वनि तरंगें संचरित नहीं होती हैं–

(अ) ठोस में (ब) द्रव में

(स) वायु में (द) निर्वात् में

(vi) कंपन करती हुई वस्तु का आवर्तकाल 0.05 s हो तो उत्पन्न तरंगों की आवृत्ति होगी–

(अ) 5 Hz (ब) 20 Hz

(स) 200 Hz (द) 2 Hz

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति करें –

(i) मानव में ध्वनि की श्रव्यता परास .... से .... होती है।

(ii) तरंगदैर्ध्य का SI मात्रक .... है।

(iii) क्रमागत संपीड़न तथा विरलन के मध्य की दूरी .... होती है।

(iv) ध्वनि की चाल .... पर निर्भर करती है।

3. यदि ध्वनि तरंग की आवृत्ति को दुगुना कर दिया जाए तो माध्यम में उसकी चाल कितनी होगी?

4. स्रोत A से उत्पन्न ध्वनि की आवृत्ति स्रोत B से उत्पन्न ध्वनि की आवृत्ति की दुगुनी है। दोनों स्रोतों के तरंगदैर्ध्य की तुलना करें।

5. ध्वनि के कौन से अभिलक्षण से आप किसी कमरे में बैठे आपके मित्र की आवाज को पहचान लेते हैं?

6. दो धातुओं की टक्कर से क्रमशः वायु एवं जल में ध्वनि उत्पन्न की जाती है। बताएँ समान दूरी पर किसमें ध्वनि तीव्र होगी?

7. ध्वनि क्या है और यह कैसे उत्पन्न होती है?

8. संपीड़न एवं विरलन को सचित्र समझाएँ।

9. ध्वनि संचरण के लिए माध्यम की आवश्कता होती है। प्रयोग द्वारा समझाएँ।

10. समझाएँ कि ध्वनि तरंग अनुदैर्ध्य तरंग है?

11. टिप्पणी लिखिए— 1. ईकोकार्डियोग्राफी 2. अल्ट्रासोनोग्राफी 3. सोनार

12. तरंग के वेग, आवृत्ति तथा तरंगदैर्ध्य को सचित्र परिभाषित कर इनमें संबंध व्युत्पन्न करें।

13. एक ध्वनि तरंग 339 m/s की चाल से चलती है। यदि इसका तरंगदैर्ध्य 1.5 से.मी. हो तो तरंग की आवृत्ति कितनी होगी? क्या ये श्रव्य होगी? [22.6kHz, पराश्रव्य]

14. किसी ताप पर वायु में ध्वनि की चाल 340 m/s एवं तरंगदैर्ध्य 0.017 m है। उसी ध्वनि स्रोत को जल में डाल दिया जाए तो तरंगदैर्ध्य पर क्या प्रभाव पड़ेगा। यदि जल में ध्वनि की चाल 1480 m/s है, गणना कर बताएँ।

[तरंगदैर्ध्य – 0.074 मी.]

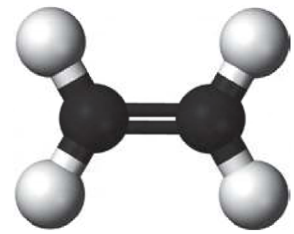
15. सितार की ध्वनि की तीक्ष्णता को कम करने के लिए आप कौन–कौन से उपाय करेंगे?

16. एक अनुदैर्ध्य तरंग जिसकी तरंगदैर्ध्य 1 cm है, वायु में 330 m/s चाल से संचरित होती है। तरंग की आवृत्ति की गणना कीजिए। क्या यह तरंग सामान्य मनुष्य द्वारा सुनी जा सकती है? [33 k Hz]

अध्याय–15

हाइड्रोकार्बन

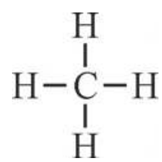
(Hydrocarbons)



अध्याय 'रासायनिक आबंधन' में हमने हाइड्रोजन और अन्य तत्वों जैसे–नाइट्रोजन, ऑक्सीजन और कार्बन के सहसंयोजी यौगिकों के बारे में पढ़ा है। अमोनिया, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन से बना तथा पानी, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन से बना सहसंयोजी यौगिक है। क्या आप बता सकते हैं कि कार्बन और हाइड्रोजन से बने सहसंयोजी यौगिक कौन–कौन से हैं और ये क्या कहलाते हैं? इनमें से कुछ मेथैन, एथेन, एथीन, एथाइन आदि हैं। कार्बन और हाइड्रोजन के यौगिकों को हाइड्रोकार्बन कहते हैं। कार्बन, हाइड्रोजन के साथ सबसे अधिक यौगिक बनाता है जबकि नाइट्रोजन, ऑक्सीजन इत्यादि हाइड्रोजन के साथ एक या दो यौगिक ही बनाते हैं। आइए, हम जानने का प्रयास करें कि आखिर कार्बन इतने अधिक यौगिक क्यों बनाता है।

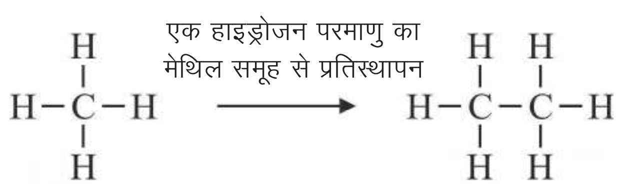
15.1 श्रृंखलन (Catenation)

मेथैन कार्बन का सरलतम यौगिक है, इसका अणुसूत्र CH_4 है तथा संरचना सूत्र इस प्रकार है–



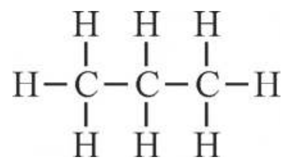
चित्र क्रमांक–1 : मेथैन की संरचना

यहाँ कार्बन के एक परमाणु ने हाइड्रोजन के चार परमाणुओं से आबंध बनाया है। यदि हम मेथैन से हाइड्रोजन का एक परमाणु हटा दें तो हमें $-CH_3$ प्राप्त होगा। $-CH_3$ को मेथिल समूह कहा जाता है। मेथैन के एक हाइड्रोजन को मेथिल $(-CH_3)$ समूह से प्रतिस्थापित करने पर क्या होगा? हमें चित्र क्रमांक 2 में दर्शाया अणु प्राप्त होगा।



चित्र क्रमांक–2 : एथेन की संरचना

यह एथेन है जिसका अणुसूत्र C_2H_6 है। एथेन से भी हम एक हाइड्रोजन को मेथिल समूह द्वारा प्रतिस्थापित कर सकते हैं। ऐसा करने पर हमें जो अणु मिलता है उसमें तीन कार्बन परमाणुओं की श्रृंखला है।



चित्र क्रमांक–3 : तीन कार्बन परमाणु वाली श्रृंखला

इस प्रकार हम श्रृंखला में कार्बन परमाणुओं की संख्या बढ़ाकर उसे और लंबा कर सकते हैं। तत्वों का यह गुण, जिसके द्वारा उसके परमाणु आपस में आबंध बनाकर लंबी श्रृंखला बनाते हैं, श्रृंखलन कहलाता है। कुछ सीमा तक सल्फर तथा सिलिकन भी श्रृंखलन दर्शाते हैं, किंतु इनकी श्रृंखला छोटी होती है। केवल कार्बन ही लंबी श्रृंखला बनाने में सक्षम है। कार्बन में श्रृंखलन का एक कारण यह है कि वह अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ ही नहीं, बल्कि अन्य कार्बन परमाणुओं के साथ भी प्रबल आबंध बनाता है। श्रृंखलन के इस गुण के कारण कार्बन के यौगिकों की संख्या बहुत अधिक होती है।

15.2 हाइड्रोकार्बन का संघनित निरूपण

अब तक हाइड्रोकार्बन की संरचना दर्शाने के लिए हमने संरचना सूत्र का उपयोग किया है, जिसमें दो कार्बन परमाणुओं के मध्य एकल बंध को एक रेखा (–) (चित्र क्रमांक 1, 2, 3), द्विबंध को दो समांतर रेखाओं (=) (चित्र क्रमांक 4 क) और त्रिबंध को तीन समांतर रेखाओं (≡) (चित्र क्रमांक 4 ख) द्वारा दर्शाया जाता है।

(क) एथीन (ख) एथाइन

चित्र क्रमांक–4 : क और ख

ऐसी संरचना को बार–बार बनाना सुविधाजनक नहीं होता और ऐसे चित्र स्थान भी बहुत घेरते हैं। अतः इन्हें प्रदर्शित करने के लिए संघनित संरचना सूत्र का प्रयोग किया जाता है जो एक सरल तरीका है। इस प्रकार की संरचना में दो परमाणुओं के बीच के एकल आबंध को नहीं दर्शाया जाता जैसे एथेन का संघनित संरचना सूत्र CH_3CH_3 है। यदि अणु में दो या अधिक परमाणु के समान समूह हैं तो हम सूत्र को और संक्षिप्त कर सकते हैं जैसे $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ को हम $CH_3(CH_2)_4CH_3$ लिख सकते हैं। जिस परमाणु समूह की पुनरावृत्ति होती है उसे कोष्ठक में लिखकर, उसकी संख्या को कोष्ठक के बाहर पादांक के रूप में लिखा जाता है, जो यह दर्शाता है कि अणु में वह परमाणु समूह कितनी बार आता है। एथीन तथा एथाइन का संघनित सूत्र क्रमशः $H_2C{=}CH_2$ व $HC{\equiv}CH$ होता है।

15.3 ऐल्केन (Alkane)

VPE3SP

हम जानते हैं कि सबसे सरल हाइड्रोकार्बन मेथैन है। इस श्रृंखला में यदि क्रमशः एक–एक कार्बन जोड़ते जाएँ तो हम लंबी से लंबी सतत श्रृंखला प्राप्त कर सकते हैं।

सारणी क्रमांक–1 : ऐल्केनों की संघनित संरचना, अणुसूत्र एवं उनके नाम

कार्बन परमाणुओं की संख्या n	संघनित संरचना	अणुसूत्र	नाम
			मूल भाग + अनुलग्न = नाम
n=1	CH_4	CH_4	Meth + ane = Methane मेथैन
n=2	CH_3CH_3	C_2H_6	Eth + ane = Ethane एथेन
n=3	$CH_3CH_2CH_3$	C_3H_8	Prop + ane = Propane प्रोपेन
n=4	$CH_3(CH_2)_2CH_3$	C_4H_{10}	But + ane = Butane ब्यूटेन
n=5	$CH_3(CH_2)_3CH_3$	C_5H_{12}	Pent + ane = Pentane पेंटेन
n=6	$CH_3(CH_2)_4CH_3$	C_6H_{14}	Hex + ane = Hexane हैक्सेन

सारणी क्रमांक–1 में दी गई संरचनाओं के अणुसूत्र ध्यान से देखें। क्या आप कार्बन परमाणुओं की संख्या n तथा अणुसूत्र में कोई संबंध देख रहे हैं? हम देखते हैं कि सारणी में दिए सभी हाइड्रोकार्बनों को सामान्य सूत्र C_nH_{2n+2} के द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है, इन्हें ऐल्केन कहते हैं। ऐल्केन केवल कार्बन और हाइड्रोजन के यौगिक होते हैं जिनमें परमाणु एक–दूसरे से केवल एकल बंध द्वारा जुड़े रहते हैं, इनमें द्वि या त्रिबंध नहीं पाया जाता।

15.4 सतत श्रृंखला वाले ऐल्केनों का नामकरण

किसी भी ऐल्केन (वास्तव में किसी भी हाइड्रोकार्बन) का नाम उसमें उपस्थित कार्बन परमाणुओं की संख्या के आधार पर रखा जाता है। किसी भी सतत श्रृंखला वाले ऐल्केन के नाम को दो भागों में बाँटा जा सकता है। पहला भाग मूल या जनक भाग जो दर्शाता है कि इस हाइड्रोकार्बन की सबसे लंबी सतत कार्बन श्रृंखला में कितने कार्बन हैं। दूसरा भाग अनुलग्न जिससे हमें पता चलता है कि हाइड्रोकार्बन के कार्बन परमाणुओं के बीच किस प्रकार का आबंधन है। आइए, कुछ उदाहरण लेकर इन नियमों को समझने का प्रयास करते हैं (सारणी क्रमांक–1)।

ऐल्केन के लिए यदि n=1 हो अर्थात् कार्बन परमाणु की संख्या 1 हो तब मूल भाग Meth द्वारा दर्शाया जाता है तथा अनुलग्न ane होता है अतः ऐल्केन का नाम Meth + ane = Methane (मेथैन) होता है। यदि n = 2, 3, 4, 5 या 6 हो तब मूल भाग क्रमशः एथ, प्रोप, ब्यूट, पेंट या हैक्स (Eth, Prop, But, Pent या Hex) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है तथा अनुलग्न एन (ane) होता है।

प्रश्न :

1. एक ऐसे ऐल्केन का नाम तथा संरचना सूत्र बनाएँ जिसमें n=3 हो।
2. CH_3 CH_2 CH_2 CH_2 CH_3 का संघनित संरचना सूत्र लिखिए।
3. C_7H_{16} को हैप्टेन कहते हैं, इस नाम को मूल भाग और अनुलग्न में अलग कीजिए।

मेथैन (CH_4) और एथेन (C_2H_6) के अणुसूत्र को ध्यान से देखें। इनमें -CH_2- इकाई का अंतर है। अब एथेन (CH_3CH_3) और प्रोपेन ($CH_3CH_2CH_3$) की संरचना देखें। यह स्पष्ट है कि इन दोनों में भी केवल –CH_2– इकाई का अंतर है। ऐल्केन शृंखला में, हम इस प्रकार अनेक निकटतम जोड़े (अगले या पिछले सदस्य के साथ) बनाकर उनके अणुसूत्र की जाँच कर सकते हैं, जैसे प्रोपेन और ब्यूटेन का जोड़ा या ब्यूटेन और पेंटेन या पेंटेन और हैक्सेन। प्रत्येक बार हम देखते हैं कि जोड़ों में केवल -CH_2- का अंतर है। यौगिकों की वह शृंखला जिनमें निकटतम सदस्यों के जोड़ों में ऐसा संबंध हो, उस शृंखला को सजातीय श्रेणी कहते हैं। सभी ऐल्केनों का सामान्य सूत्र C_nH_{2n+2} है (यहाँ n कार्बन के परमाणुओं की संख्या है) और इस परिवार के निकटतम (क्रमागत) सदस्यों के बीच -CH_2- इकाई का अंतर है। इसलिए हम कह सकते हैं कि ऐल्केन परिवार एक सजातीय श्रेणी है।

मेथैन और एथेन के अणुभारों की गणना कीजिए तथा दोनों सदस्यों के अणुभार में अंतर निकालिए। इसी प्रकार एथेन–प्रोपेन, प्रोपेन–ब्यूटेन, ब्यूटेन–पेंटेन और पेंटेन–हैक्सेन जोड़ों के अणुभारों के अंतरों की गणना कीजिए। क्या आपको इस सजातीय श्रेणी के सदस्यों के अणुभारों में कोई संबंध दिखाई देता है?

15.5 भौतिक गुणधर्मों में क्रमिकता

हमने देखा कि सजातीय श्रेणी के निकटतम सदस्यों के अणुभार में 14 u का अंतर है। क्या इसका भौतिक गुणधर्मों पर कोई प्रभाव पड़ता है? आइए, कुछ ऐल्केनों के क्वथनांक देखें–

सारणी क्रमांक–2 : प्रथम 6 ऐल्केनों के क्वथनांक

ऐल्केनों के नाम	क्वथनांक °C
मेथैन	–162
एथेन	–89
प्रोपेन	–42
ब्यूटेन	–0.5
पेंटेन	36
हैक्सेन	69

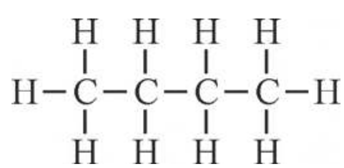
सारणी क्रमांक–2 से स्पष्ट है कि जैसे–जैसे ऐल्केन में कार्बन परमाणुओं की संख्या बढ़ती जाती है, वैसे–वैसे उनके क्वथनांक भी बढ़ते हैं। हम कह सकते हैं कि लंबी, सतत श्रृंखला वाले ऐल्केनों का क्वथनांक छोटी श्रृंखला वाले ऐल्केन के क्वथनांक से अधिक होता है अर्थात् ऐल्केन का क्वथनांक उसके अणुभार पर निर्भर करता है। साधारणतः सजातीय सदस्यों के भौतिक गुणधर्मों में क्रमिक और नियमित परिवर्तन पाया जाता है।

प्रश्न :

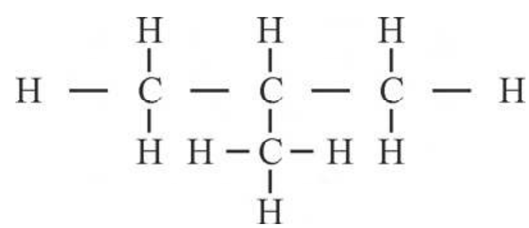
1. सजातीय श्रेणी किसे कहते हैं? उदाहरण द्वारा समझाइए।
2. ब्यूटेन, प्रोपेन और पेंटेन में से किसका क्वथनांक सबसे अधिक होगा और क्यों?

15.6 शाखित श्रृंखला और समावयवता

अब तक कार्बन श्रृंखला बढ़ाने के लिए हमने अंतिम सिरे के कार्बन से जुड़े हाइड्रोजन को मेथिल समूह से प्रतिस्थापित किया। इस प्रकार से हमें सतत श्रृंखला वाले हाइड्रोकार्बन मिले पर हम ऐल्केनों में शाखाएँ भी बना सकते हैं। यदि किसी ऐल्केन में कोई कार्बन दो से अधिक कार्बन से बंध बनाता है तो हम कहते हैं कि श्रृंखला में उस स्थान पर शाखा है। आइए, फिर से प्रोपेन ($CH_3CH_2CH_3$) का उदाहरण देखते हैं। इसमें तीन कार्बन परमाणु हैं, दो कार्बन श्रृंखला के सिरों पर और एक बीच में। सिरों पर स्थित दोनों कार्बन रासायनिक दृष्टि से समान हैं। श्रृंखला बढ़ाने के लिए हम दो स्थानों पर हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित कर सकते हैं। यदि अंतिम स्थान के कार्बन से जुड़े हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित किया जाए, चित्र क्रमांक–5 के समान संरचना मिलती है, किंतु यदि हम बीच के कार्बन से जुड़े हाइड्रोजन को प्रतिस्थापित करें तब हमें चित्र क्रमांक–6 के समान संरचना मिलती है।



चित्र क्रमांक–5 : (ब्यूटेन)

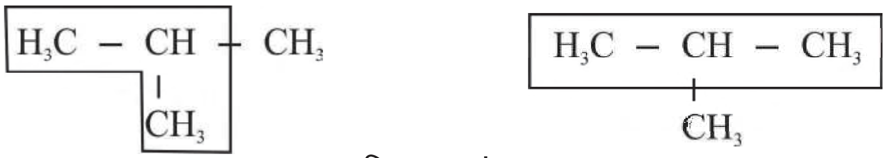


चित्र क्रमांक–6 : (2–मेथिलप्रोपेन)

दोनों संरचनाओं का अणुसूत्र C_4H_{10} है अर्थात् इनमें परमाणुओं की संख्या और प्रकार एक समान हैं। पर इनकी संरचना भिन्न–भिन्न है इसलिए ये अलग–अलग यौगिक हैं। अतः ऐसे यौगिक जिनके अणुसूत्र समान किंतु संरचनात्मक सूत्र भिन्न–भिन्न हों, एक दूसरे के समावयवी होते हैं तथा यह गुण समावयवता कहलाता है। हमने देखा कि C_4H_{10} अणुसूत्र वाले दो ऐल्केन संभव हैं।

इनमें से एक को हम ब्यूटेन (चित्र क्रमांक–5) कहते हैं। आइए, देखें कि दूसरे यौगिक (चित्र क्रमांक–6) का नाम क्या होगा?

नामकरण के लिए सबसे पहले हम कार्बन की सबसे लंबी सतत श्रृंखला ढूँढते हैं। यह आवश्यक नहीं की श्रृंखला देखने में सीधी हो। चित्र क्रमांक–7 में दर्शाए संरचना सूत्र में सबसे लंबी श्रृंखला में तीन कार्बन हैं। ये दोनों श्रृंखलाएँ देखने में अलग–अलग प्रतीत होती हैं परंतु वास्तव में इनमें कोई अंतर नहीं है।



चित्र क्रमांक–7

हम देखते हैं कि सबसे लंबी शृंखला जिसे मूल या जनक शृंखला कहते हैं, में तीन कार्बन हैं। इसलिए यौगिक के नाम का मूल भाग प्रोप– होगा। अब हम उस कार्बन का पता लगाते हैं जहाँ शाखा है। इससे जुड़े ऐल्किल समूह को नाम दीजिए। उपर्युक्त उदाहरण में ऐल्किल समूह मेथिल है। अब हम शृंखला के कार्बन परमाणुओं को क्रम से ऐसे अंक देंगे कि शाखित कार्बन को लघुतम (कम) अंक मिले। इस उदाहरण में यह महत्व नहीं रखता कि किस कार्बन से हम गिनना शुरू करते हैं क्योंकि हर स्थिति में शाखित कार्बन को दो अंक ही मिलेगा। इस तरह ऐल्किल समूह का स्थान 2 है (चित्र क्रमांक–8)।

चित्र क्रमांक–8 : (2–मेथिलप्रोपेन)

अब हम यौगिक का नाम लिखते हैं। नाम लिखते समय सबसे पहले प्रतिस्थापी समूह की स्थान संख्या, उसके बाद लघु रेखा (–) लिखी जाती है। लघु रेखा के बाद प्रतिस्थापी समूह का नाम और उसके बाद मूल भाग का नाम जोड़ा जाता है और अंत में हाइड्रोकार्बन अनुलग्न लिखा जाता है अतः यौगिक का नाम है 2–मेथिलप्रोपेन है।

हमने देखा कि जिन यौगिकों का अणुसूत्र समान, पर संरचना सूत्र भिन्न हों, एक दूसरे के संरचनात्मक समावयवी कहलाते हैं। संरचनात्मक समावयवता कई प्रकार की होती है। ब्यूटेन तथा 2–मेथिलप्रोपेन में देखी गई संरचनात्मक समावयवता को शृंखला समावयवता कहा जाता है क्योंकि वह कार्बन शृंखला में भिन्नता के कारण उत्पन्न होती है।

प्रश्न :

1. C_5H_{12} के शृंखला समावयवी बनाइए। (संकेत : तीन समावयवी संभव हैं)

इसी प्रकार हैक्सेन के 5 समावयवी होते हैं। किसी अणुसूत्र के लिए संभव समावयवियों की संख्या उसमें उपस्थित कार्बन परमाणु संख्या के बढ़ने से बढ़ती है।

15.7 ऐल्कीन और ऐल्काइन (Alkene and alkyne)

VPHYUC

अभी हमने ऐल्केन सजातीय श्रेणी समझी। आइए, जानने की कोशिश करें कि द्विबंध अथवा त्रिबंध वाले हाइड्रोकार्बन भी क्या सजातीय श्रेणी बनाते हैं? द्विबंध वाला सबसे सरल हाइड्रोकार्बन एथीन है (जिसे आम भाषा में एथिलीन कहते हैं)। एथीन का संरचना सूत्र

$CH_2{=}CH_2$ तथा अणुसूत्र C_2H_4 है। अंग्रेज़ी में लिखने पर इसके नाम का मूल भाग एथ (eth) और अनुलग्न ईन (-ene) है, यहाँ एथ दर्शाता है कि अणु में दो कार्बन हैं। हम एथीन के किसी भी कार्बन से जुड़े एक हाइड्रोजन को मेथिल समूह से प्रतिस्थापित कर सकते हैं। ऐसा करने पर हमें $CH_3CH{=}CH_2$ प्राप्त होगा। इसे प्रोपीन कहते हैं और इसका आणविक सूत्र C_3H_6 है। ऐसे हाइड्रोकार्बन जिनमें दो कार्बन के मध्य द्विबंध पाया जाता है, ऐल्कीन कहलाते हैं।

यह स्पष्ट है कि एथीन और प्रोपीन में केवल $-CH_2-$ समूह का अंतर है। ऐल्केन की तरह, ऐल्कीन समूह में भी कार्बन श्रृंखला की वृद्धि के लिए हम अंतिम कार्बन से जुड़े हाइड्रोजन को $-CH_3$ (मेथिल) समूह से प्रतिस्थापित करते हैं।

सारणी क्रमांक– 3 : ऐल्कीनों की संघनित संरचना, अणुसूत्र एवं उनके नाम

कार्बन परमाणुओं की संख्या, **n**	संघनित संरचना	अणुसूत्र	नाम					
			मूलभाग	+	अनुलग्न	=	नाम	
n=2	$H_2C = CH_2$	C_2H_4	Eth	+	ene	=	Ethene	एथीन
n=3	$H_2C = CH\ CH_3$	C_3H_6	Prop	+	ene	=	Propene	प्रोपीन
n=4	$H_2C = CH\ CH_2\ CH_3$	C_4H_8	But	+	ene	=	Butene	ब्यूटीन
n=5	$H_2C = CH\ (CH_2)_2\ CH_3$	C_5H_{10}	Pent	+	ene	=	Pentene	पेंटीन
n=6	$H_2C = CH\ (CH_2)_3\ CH_3$	C_6H_{12}	?					

सारणी क्रमांक–3 से स्पष्ट होता है कि ऐल्कीन परिवार के सदस्यों का सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है। इनमें निकटतम सदस्यों में केवल $-CH_2-$ का अंतर है इसलिए यह भी सजातीय श्रेणी है।

ऐल्कीन को नाम देने के लिए भी हम मूल–अनुलग्न नियम का पालन करते हैं। मूल नाम से हम ऐल्कीन की जनक श्रृंखला में उपस्थित कार्बन परमाणु की संख्या दर्शाते हैं और ईन (ene) अनुलग्न जोड़ते हैं। इस तरह ब्यूटीन का अर्थ है चार कार्बन (ब्यूट) वाला ऐल्कीन। क्या आप छः कार्बन परमाणु वाले ऐल्कीन का नाम बता सकते हैं?

ऐसा ही कुछ हम एथाइन (ऐसीटिलीन) के साथ भी कर सकते हैं। एथाइन त्रिबंध वाला सरलतम हाइड्रोकार्बन है। वे हाइड्रोकार्बन जिनमें कार्बन–कार्बन परमाणुओं के बीच त्रिबंध हो, ऐल्काइन कहलाते हैं। इनके नामकरण के लिए भी हम मूल–अनुलग्न नियम का पालन करते हैं, यहाँ मूल नाम से हम ऐल्काइन की जनक श्रृंखला में उपस्थित कार्बन परमाणु की संख्या दर्शाते हैं तथा आइन (yne) अनुलग्न जोड़ते हैं। इस तरह प्रोपाइन का अर्थ है तीन कार्बन वाला ऐल्काइन।

दी गई सारणी क्रमांक–4 में ऐल्काइन परिवार के प्रथम तीन सदस्यों के नाम दिए गए हैं, इस सारणी में रिक्त स्थानों को भरिए।

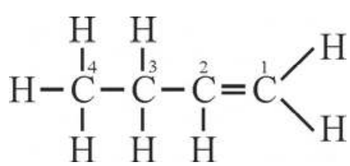
सारणी क्रमांक–4 : ऐल्काइनों की संघनित संरचना, अणुसूत्र एवं उनके नाम

कार्बन परमाणुओं की संख्या **n**	संघनित संरचना	अणुसूत्र	नाम
			मूलभाग + अनुलग्न = नाम
n=2	$HC \equiv CH$	C_2H_2	Eth + yne = Ethyne एथाइन
n=3	$CH_3C \equiv CH$	C_3H_4	Prop + yne = Propyne प्रोपाइन
n=4	$CH_3\ CH_2\ C \equiv CH$	C_4H_6	But + yne = Butyne ब्यूटाइन
n=5	?	?	?
n=6	?	C_6H_{10}	?

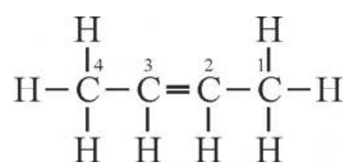
सारणी क्रमांक–4 से स्पष्ट है कि ऐल्काइनों का सामान्य सूत्र C_nH_{2n-2} है। ऐल्काइन परिवार के निकटतम सदस्यों में केवल $-CH_2-$ समूह का अंतर है इसलिए वे भी सजातीय श्रेणी बनाते हैं।

15.8 ऐल्कीन और ऐल्काइन में समावयवता (Isomerism in alkenes and alkynes)

C_4H_8 की संरचना बनाने का प्रयास कीजिए। इस संरचना में आप कौन से कार्बन परमाणुओं के बीच द्विबंध बनाएँगे? द्विबंध, जनक श्रृंखला में दो स्थानों पर संभव है– पहले और दूसरे कार्बन परमाणुओं के बीच (चित्र क्रमांक–9 क) अथवा दूसरे और तीसरे कार्बन के बीच (चित्र क्रमांक–9 ख)।



(क) ब्यूट–1–ईन



(ख) ब्यूट–2–ईन

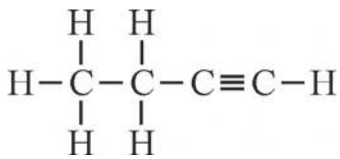
चित्र क्रमांक–9 : क और ख

दोनों संरचनाएँ ऐल्कीन दर्शा रही हैं और दोनों का सूत्र C_4H_8 है।

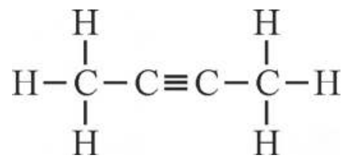
दोनों यौगिकों के द्विबंध की स्थिति में भिन्नता के कारण यह समावयवता उत्पन्न हुई है इसलिए इसे स्थिति समावयवता कहते हैं। स्थिति समावयवता भी श्रृंखला समावयता के समान एक प्रकार की संरचनात्मक समावयवता है। यहाँ दोनों यौगिकों का आणविक सूत्र एक ही है किंतु संरचना में अंतर के कारण उनके गुण अलग–अलग हैं और उनके नाम भी भिन्न हैं।

चित्र क्रमांक 9 (क) को हम ब्यूट–1–ईन (but-1-ene) कहते हैं। इस नाम में पहला भाग सीधी मूल श्रृंखला में उपस्थित कार्बन दर्शाता है। इसके बाद एक अंक लिखा गया है, जो अणु में द्विबंध का स्थान दर्शाता है तथा ईन (ene) यह दर्शाता है कि यह ऐल्कीन परिवार का सदस्य है। शब्दों और अंकों के मध्य लघु रेखा (–) होती है। इसी प्रकार चित्र क्रमांक 9 (ख) को ब्यूट–2–ईन (but-2-ene) कहते हैं।

स्थिति समावयता ऐल्काइनों द्वारा भी प्रदर्शित की जाती है उदाहरण के लिए C_4H_6 (चित्र क्रमांक–10 क एवं ख) की दो सीधी शृंखला संरचनाएँ बनती हैं।



(क) ब्यूट–1–आइन



(ख) ब्यूट–2–आइन

चित्र क्रमांक–10 : क एवं ख

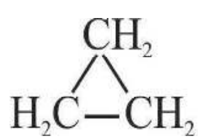
ऊपर दर्शाई गई दोनों संरचनाएँ स्थिति समावयवी हैं। उनके नामों में पहला भाग, ब्यूट दर्शाता है कि अणु में चार कार्बन हैं और आइन दर्शाता है कि ये ऐल्काइन समूह के सदस्य हैं तथा बीच का अंक, त्रिबंध का स्थान दर्शाता है।

किसी भी ऐल्काइन अथवा ऐल्कीन जिसमें कार्बन संख्या चार या अधिक हो, उनमें स्थिति समावयवता संभव है।

15.9 आबंधन के आधार पर हाइड्रोकार्बन के प्रकार

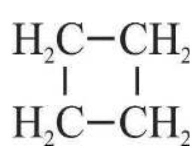
अब तक हमने तीन प्रकार के हाइड्रोकार्बन, ऐल्केन, ऐल्कीन और ऐल्काइन देखे हैं। ऐल्कीनों में कार्बन–कार्बन के मध्य द्विबंध और ऐल्काइन में त्रिबंध होता है। द्विबंधों तथा त्रिबंधों की संख्या एक से अधिक हो सकती है। इसके विपरीत ऐल्केन में सभी परमाणुओं के बीच केवल एकल बंध होते हैं, चाहे वह कार्बन–कार्बन बंध हो अथवा कार्बन–हाइड्रोजन। आबंध में इस अंतर के आधार पर भी हाइड्रोकार्बन का वर्गीकरण संभव है। बहुबंध (द्विबंध या त्रिबंध) वाले हाइड्रोकार्बन को असंतृप्त हाइड्रोकार्बन तथा एकल बंध वाले हाइड्रोकार्बन को संतृप्त हाइड्रोकार्बन कहा जाता है। इस तरह, ऐल्कीन और ऐल्काइन असंतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं जबकि ऐल्केन संतृप्त हाइड्रोकार्बन हैं।

अब तक जिन हाइड्रोकार्बन संरचनाओं को हमने देखा वे या तो सीधी अथवा शाखित शृंखला थीं। पर यह भी संभव है कि कार्बन परमाणु एक–दूसरे से जुड़ कर वलय बनाएँ। ऐसे बने सबसे छोटे वलय में तीन कार्बन होते हैं (चित्र क्रमांक–11)।



साइक्लोप्रोपेन

चित्र क्रमांक–11



साइक्लोब्यूटेन

चित्र क्रमांक–12

इस अणु में, प्रत्येक कार्बन दो अन्य कार्बन और दो हाइड्रोजन परमाणुओं से जुड़ा है, इसका आणविक सूत्र C_3H_6 है। क्या यह किसी ऐल्कीन का सूत्र भी है? चार कार्बन वाला वलय भी संभव है, इसका सूत्र C_4H_8 (चित्र क्रमांक–12) है।

दोनों उदाहरणों में कार्बन के परमाणु वलय आकार में व्यवस्थित हैं। इनमें सभी परमाणुओं के बीच केवल एकल बंध है, इनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है। इन हाइड्रोकार्बन को चक्रीय (cyclo) ऐल्केन कहते हैं। C_3H_6 को साइक्लोप्रोपेन तथा C_4H_8 को साइक्लोब्यूटेन कहते हैं। याद रहे, साइक्लोऐल्केन और कुछ ऐल्कीन का सूत्र समान है अतः नाम लिखने से पहले संरचना जानना आवश्यक है, इस प्रकार कई अन्य चक्रीय हाइड्रोकार्बन संभव हैं।

प्रश्नः

1. C_5H_8 अणुसूत्र के कितने स्थिति समावयवी संभव हैं? उनकी संरचना बनाइए।
2. निम्नलिखित में संतृप्त तथा असंतृप्त हाइड्रोकार्बन पृथक कीजिए–

   $CH{\equiv}CH$, $CH_3CH_2CH_3$, $CH_3HC{=}CH_2$, $CH_2{=}CH_2$, CH_3CH_3

मुख्य शब्द (Keywords)

हाइड्रोकार्बन (hydrocarbon), श्रृंखलन (catenation), बंध (bond), ऐल्केन (alkane), ऐल्कीन (alkene), ऐल्काइन (alkyne), समावयवता (isomerism), संतृप्त (saturated), असंतृप्त (unsaturated), सजातीय श्रेणी (homologous series), श्रृंखला समावयवता (chain isomerism), स्थान समावयवता (position isomerism), लघु रेखा (–) (hyphen), अनुलग्न (suffix), संरचना सूत्र (structural formula), मूल या जनक श्रृंखला (parent chain), संघनित सूत्र (condensed formula)

हमने सीखा

- कार्बन तथा हाइड्रोजन से बने सहसंयोजी यौगिक हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं।
- कार्बन की संयोजकता चार है और अन्य परमाणुओं के साथ यह सहसंयोजी बंध द्वारा जुड़ता है इसलिए समस्त कार्बनिक यौगिकों का व्यवहार आपस में मिलता जुलता है।
- तत्वों का वह गुण, जिसके द्वारा उसके परमाणु आपस में आबंध बनाकर लंबी श्रृंखला बनाते हैं, श्रृंखलन कहलाता है।
- समान क्रियात्मक समूह युक्त कार्बनिक यौगिकों की ऐसी श्रेणी (परिवार) जिनके दो क्रमिक सदस्यों के सूत्रों में $-CH_2-$ का अंतर होता है और इनका सामान्य सूत्र एक समान होता है तथा भौतिक गुणों में क्रमिक परिवर्तन होता है, सजातीय श्रेणी कहलाता है तथा यौगिक एक दूसरे के सजात कहलाते हैं।

- ऐसे यौगिक जिनके अणुसूत्र समान किंतु संरचनात्मक सूत्र भिन्न–भिन्न हों एक दूसरे के समावयवी तथा यह गुण समावयवता कहलाता है।
- कार्बन परमाणुओं की शृंखला में भिन्नता के कारण उत्पन्न हुई समावयवता शृंखला समावयवता कहलाती है।
- कार्बन शृंखला में प्रतिस्थापी या क्रियात्मक समूह या द्विबंध या त्रिबंध की स्थिति में अंतर के कारण उत्पन्न हुई समावयवता स्थिति समावयवता कहलाती है।
- ऐल्केन में C-C व C-H बंध एकल बंध होते हैं, इनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n+2} होता है।
- ऐल्कीन में C=C पाया जाता है इनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है।
- ऐल्काइन में C≡C पाया जाता है इनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n-2} है।
- साइक्लोऐल्केन में कार्बन के परमाणु वलय आकार में रहते हैं, इनका सामान्य सूत्र C_nH_{2n} है।

VPHUVZ

अभ्यास

1. नीचे दिए गए विवरणों हेतु सही विकल्प का चयन कीजिए–

   (स्थान समावयवता, सजातीय श्रेणी, ऐल्केन, समावयवी, शृंखला समावयवी, शृंखलन)

   (i) इस हाइड्रोकार्बन में केवल एकल बंध होते हैं।

   (ii) कार्बन कई तत्वों के साथ प्रबल बंध बनाने की क्षमता रखता है। पर विशेष बात यह है कि वह अन्य कार्बन परमाणुओं से जुडकर लंबी शृंखला बनाता है।

   (iii) वे अणु जिनमें परमाणुओं की संख्या समान किंतु संरचना सूत्र भिन्न हो।

   (iv) ब्यूटेन तथा 2–मेथिलप्रोपेन किस प्रकार के समावयवी हैं।

   (v) वह संरचनात्मक समावयवता जो ऐल्कीन और ऐल्काइन में संभव है पर ऐल्केन में नहीं।

   (vi) इस श्रेणी के सदस्य भौतिक गुणधर्मों में नियमित अंतर दिखाते हैं।

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

   (i) हैक्स–1–ईन और हैक्स–2–ईन .... समावयवी हैं।

   (ii) ब्यूटेन का क्वथनांक प्रोपेन से .... है।

   (iii) 2–मेथिलप्रोपेन की जनक शृंखला में कार्बन परमाणुओं की संख्या .... है।

   (iv) साइक्लोब्यूटेन में हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या .... है।

   (v) C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10} .... सजातीय श्रेणी के सदस्य हैं।

3. निम्नलिखित के संरचना सूत्र बनाइए–

   2–मेथिलब्यूटेन, प्रोप–1–आईन, पेंट–2–ईन

4. ऐल्केन सजातीय श्रेणी के तीन गुण लिखिए।

5. स्थान तथा शृंखला समावयता में उदाहरण सहित अंतर लिखिए।

6. सतत शृंखला ऐल्केनों के क्वथनांक और उनकी कार्बन संख्या में क्या संबंध है? समझाइए।

7. वे ऐल्केन, ऐल्कीन और ऐल्काइन जिनमें तीन या कम कार्बन परमाणु हैं, संरचना समावयता नहीं दर्शाते, समझाइए।

8. C_4H_8 अणुसूत्र के कितने समावयवी बनेंगे? उनके सूत्र बनाइए। (संकेत– तीन समावयवी संभव हैं)

अध्याय–16

कोयला, पेट्रोलियम एवं पेट्रोरसायन

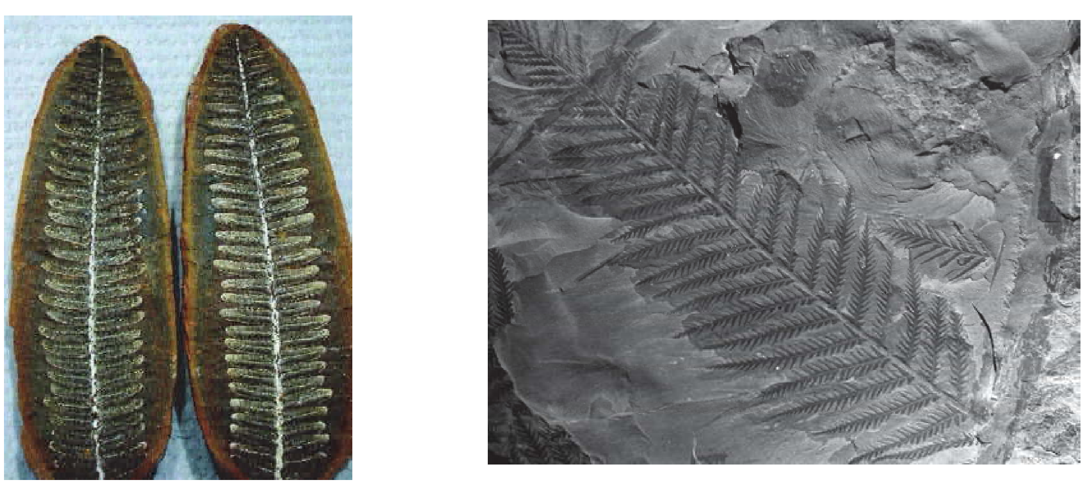
(Coal, Petroleum and Petrochemicals)

विभिन्न कार्यों को करने के लिए हमें ऊर्जा की आवश्यकता होती है। ऊर्जा हमें विभिन्न स्रोतों से प्राप्त होती है। कारखानों को चलाने के लिए विद्युत, वाहनों को चलाने के लिए ईंधन (डीजल, पेट्रोल एवं सी.एन.जी.) की आवश्यकता होती है। हम भोजन बनाने के लिए विभिन्न प्रकार के ईंधन जैसे– लकड़ी, मिट्टी का तेल, एल.पी.जी, कोयला आदि का उपयोग करते हैं।

आपने कभी सोचा है कि आखिर ये ईंधन विशेष रूप से कोयला, पेट्रोल और डीजल हमें मिलते कहाँ से हैं? क्या इन ईंधनों का निर्माण किसी प्रयोगशाला या कारखाने में होता है? ये कैसे और कहाँ बनते हैं? ये ईंधन करोड़ों वर्षों तक पृथ्वी की सतह के नीचे गहराई में दबे हुए जीव–जंतुओं और वनस्पतियों के अवशेषों का रूपांतरण हैं तथा ये जीवाश्म ईंधन (कोयला और पेट्रोलियम) कहलाते हैं।

16.1 कोयला और पेट्रोलियम की उत्पत्ति (Origin of coal and petroleum)

लगभग 36 से 28 करोड़ वर्ष पूर्व कार्बोनिफेरस काल में वनस्पतियों (पेड़–पौधों) एवं जंतुओं के मृत शरीर पृथ्वी के भीतर दब गए। धीरे–धीरे उन पर मिट्टी की परतें जमती गईं। भू–गर्भ में उच्च ताप एवं दाब पर ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में ये मृत शरीर कोयले में बदल गए। हालाँकि यह भी माना जाता है कि ये मूलतः वनस्पतियों से ही बनते हैं। इस मत के पक्ष में तर्क यह है कि कोयले की परतों में बड़ी संख्या में जीवाश्म मिले हैं। इनमें से कुछ जीवाश्म, पत्तियों व पौधों के नाजुक अंगों की छापें हैं (चित्र क्रमांक–1)।



चित्र क्रमांक–1 : कोयले की परत में पत्ती की छाप

ऐसा माना जाता है कि पेट्रोलियम की उत्पत्ति समुद्र में रहने वाले जीवों (प्लवक) से हुई है। जब ये जीव मृत हुए तब इनके शरीर समुद्र के पेंदे में जाकर जम गए और फिर रेत तथा मिट्टी की तहों द्वारा ढक गए। लाखों वर्षों तक ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में उच्च ताप व दाब पर मृत जीव पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस में परिवर्तित हो गए।

16.2 कोयले के प्रकार (Types of coal)

आप सभी ने लकड़ी का कोयला तो देखा ही है। यह काले रंग का भंगुर पदार्थ है जो बहुत ही कम समय में बनता है। हम यहाँ पर जिस कोयले की बात कर रहे हैं वह काले रंग का परंतु पत्थर के समान कठोर होता है।

आप यह जानते हैं कि भू–गर्भ में दबी वनस्पतियों के विघटन (decomposition) से कोयले का निर्माण हुआ है। ये विघटित वनस्पतियाँ सर्वप्रथम पीट में परिवर्तित होती हैं तथा लगातार उच्च ताप एवं दाब के कारण क्रमशः लिग्नाइट, बिटुमिनस व ऐन्थ्रासाइट कोयले में बदल जाती हैं (चित्र क्रमांक–2)।

चित्र क्रमांक–2 : कोयले के विभिन्न प्रकारों की परतें

कोयले में मुख्यतः कार्बन एवं उसके यौगिक होते हैं, कार्बन की प्रतिशत मात्रा के आधार पर कोयले को निम्नलिखित वर्गों में बाँटा गया है–

1. **पीट–** यह वनस्पति के कोयले में रूपांतरण की पहली अवस्था है। इसमें लगभग 25–35% कार्बन होता है। इसका उपयोग अधिकतर ईंधन के रूप में किया जाता है।
2. **लिग्नाइट–** यह कोयला, भूरा कोयला के नाम से भी जाना जाता है। इसमें लगभग 35–45% तक कार्बन होता है। इसका उपयोग विद्युत उत्पादन में किया जाता है।
3. **बिटुमिनस–** यह प्रकृति में सबसे अधिक मात्रा में पाया जाने वाला तथा सर्वाधिक उपयोग में आने वाला कोयला है। इसमें कार्बन लगभग 45–85% तक होता है। इसका उपयोग मुख्यतः तापीय और सीमेंट संयंत्रों में, पेपर कारखानों में, ऑटोमोबाइल एवं वस्त्र उद्योगों में किया जाता है। इसका उपयोग इस्पात संयंत्रों में कोक के रूप में भी किया जाता है। इस कोयले में सल्फर की मात्रा सबसे अधिक पाई जाती है।
4. **ऐन्थ्रासाइट–** इसे कठोर कोयला भी कहते हैं, यह एक उत्तम श्रेणी का कोयला है। इसमें कार्बन 85% से अधिक होता है। अधिक कार्बन प्रतिशत के कारण यह अधिक समय तक जलता है, इससे धुआँ और राख कम उत्पन्न होने के कारण इसका उपयोग घरेलू ईंधन के रूप में किया जाता है।

उपर्युक्त प्रकारों में हमने देखा कि कोयले के विभिन्न रूपों में कार्बन की प्रतिशत मात्रा क्रमशः बढ़ती जाती है। इससे ऐसा लगता है कि कोयले में सिर्फ कार्बन है, परंतु ऐसा नहीं है। कोयले में कार्बन के साथ हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फर, आर्द्रता (नमी) आदि भी पाए जाते हैं।

कोयले के इन प्रकारों की समान मात्रा को जलाने पर ऊष्मा की मात्रा (ऊष्मीय क्षमता) के आधार पर व्यापारिक उपयोग की दृष्टि से इनकी ग्रेडिंग की जाती है।

16.3 कोयले के ग्रेड (Grades of coal)

कोयले की ऊष्मीय क्षमता को मापने के लिए ग्रेड (G) का उपयोग किया जाता है। इसका आधार सकल कैलोरी मान (Gross Calorific Value) है। इसकी इकाई किलो कैलोरी प्रति किलोग्राम (kcal/kg) है।

सारणी क्रमांक–1 : कोयले के ग्रेड

ग्रेड	सकल कैलोरी मान (GCV) (kcal/kg)	ग्रेड	सकल कैलोरी मान (GCV) (kcal/kg)
G-1	7000 से ऊपर	G-10	4301 से 4600 तक
G-2	6701 से 7000 तक	G-11	4001 से 4300 तक
G-3	6401 से 6700 तक	G-12	3701 से 4000 तक
G-4	6101 से 6400 तक	G-13	3401 से 3700 तक
G-5	5801 से 6100 तक	G-14	3101 से 3400 तक
G-6	5501 से 5800 तक	G-15	2801 से 3100 तक
G-7	5201 से 5500 तक	G-16	2501 से 2800 तक
G-8	4901 से 5200 तक	G-17	2201 से 2500 तक
G-9	4601 से 4900 तक		

कोयले का उपयोग उसकी ग्रेडिंग के अनुसार किया जाता है। हमारे छत्तीसगढ़ राज्य में भी विभिन्न ग्रेड का कोयला प्राप्त होता है। आइए, देखें यह कहाँ–कहाँ मिलता है।

16.4 छत्तीसगढ़ में कोयला (Coal in Chhattisgarh)

कोयला के भंडारण एवं उत्खनन में भारत में छत्तीसगढ़ का एक महत्वपूर्ण स्थान है। छत्तीसगढ़ में कोरबा, रायगढ़, सरगुजा तथा कोरिया में कोयले की भूमिगत एवं खुली खदानें हैं। कोरबा जिले में रजगामार, बगदेवा, सुराकछार एवं बाँकीमोंगरा की खदानों में G-4 एवं G-5 ग्रेड का कोयला प्राप्त होता है। इसके अलावा गेवरा, दिपका एवं कुसमुंडा की खदानों से G-11 ग्रेड का कोयला प्राप्त होता है। हमारे छत्तीसगढ़ राज्य में एन.टी.पी.सी. (नेशनल थर्मल पावर कार्पोरेशन), सी.एस.ई.बी. (छत्तीसगढ़ स्टेट इलेक्ट्रिसिटी बोर्ड) के तापीय संयंत्रों में कोयले का उपयोग

किया जाता है। इसके अलावा ऐलुमिनियम संयंत्र बालको, इस्पात संयंत्र भिलाई, तापीय एवं इस्पात संयंत्र रायगढ़ व रायपुर के सिलतरा में स्थित औद्योगिक संयंत्रों में कोयले का उपयोग हो रहा है। इस प्रकार विभिन्न उपयोगों के कारण इसे काला हीरा भी कहते हैं।

प्रश्न :

1. जीवाश्म ईंधन किसे कहते हैं?
2. कोयला कैसे बनता है?
3. किस प्रकार के कोयले में सल्फर की मात्रा सर्वाधिक पाई जाती है?

अभी तक हमने जीवाश्म ईंधन कोयले के बारे में जाना है। आइए, अब दूसरे महत्त्वपूर्ण जीवाश्म ईंधन पेट्रोलियम को जानें।

16.5 पेट्रोलियम (Petroleum)

VQPI1X

पेट्रोलियम दो शब्दों पेट्रा (petra) = चट्टान व ओलियम (oleum) = तेल से मिलकर बना है अर्थात् चट्टान का तेल। पेट्रोलियम कैसे बना यह हम जान चुके हैं। पेट्रोलियम तैलीय, गहरे रंग का तथा विशिष्ट गंध वाला द्रव है। यह पृथ्वी की सतह के नीचे बहुत गहराई में पाया जाता है।

पेट्रोलियम का एक निश्चित रासायनिक सूत्र नहीं होता है क्योंकि यह कई हाइड्रोकार्बन का मिश्रण होता है। इन हाइड्रोकार्बन का पृथक्करण साधारण आसवन विधि द्वारा नहीं किया जा सकता अतः इसके लिए हमें एक विशेष विधि का उपयोग करना पड़ता है, जिसे प्रभाजी आसवन कहते हैं।

16.5.1 पेट्रोलियम का प्रभाजी आसवन (Fractional distillation of petroleum)

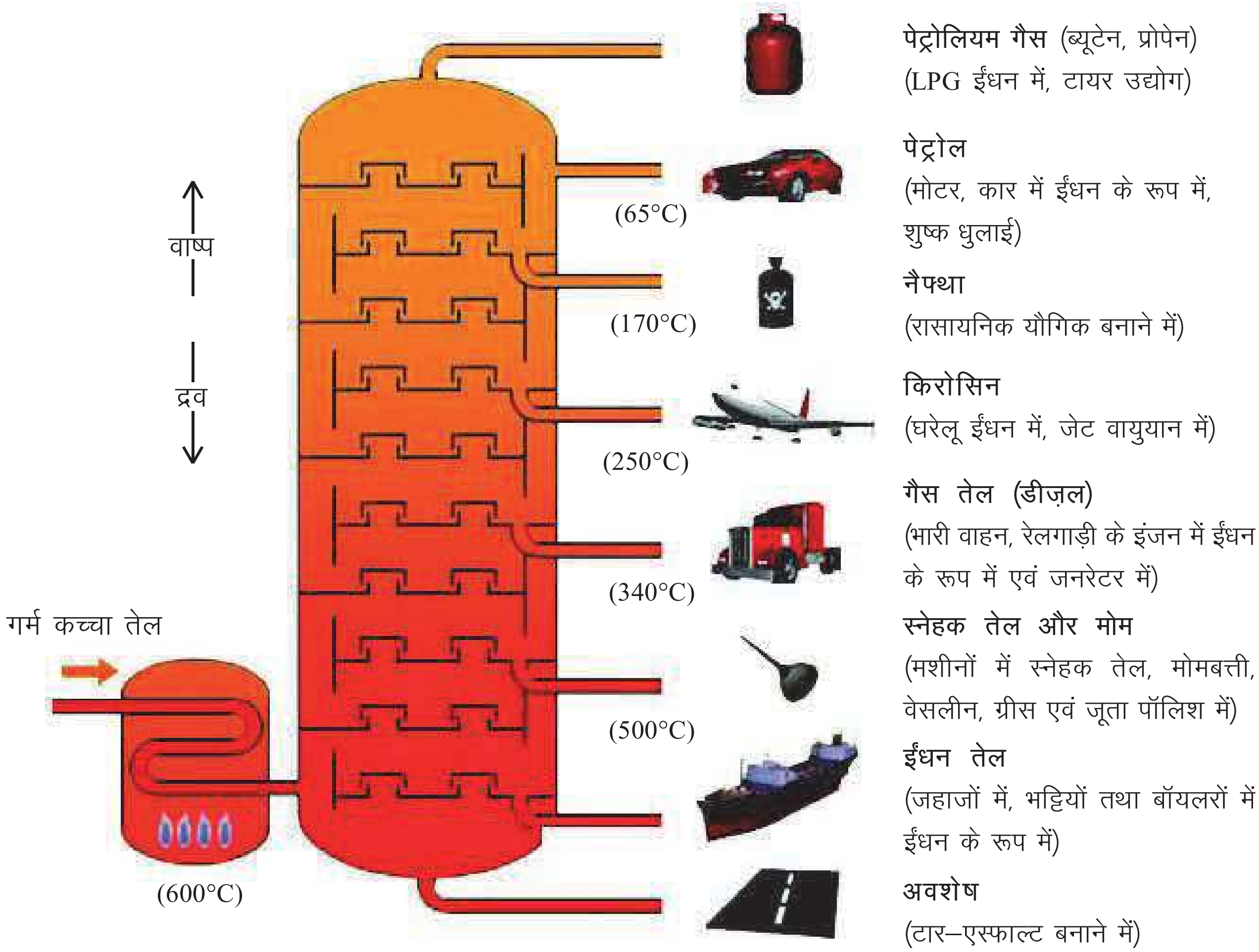
आपने देखा होगा कि जब हम बर्तन में पानी को गर्म करते हैं तब वाष्प बनती है। यदि इस बर्तन को ढक दें तो ढक्कन के अंदर की ओर पानी की कुछ बूँदें दिखाई देती हैं। यह प्रक्रिया आसवन कहलाती है। आइए, हम दो द्रवों के मिश्रण के आसवन को समझने का प्रयास करते हैं। आसवन की प्रक्रिया में अगर दो द्रवों के मिश्रण को गर्म किया जाए तो ये दोनों वाष्प में परिवर्तित हो जाते हैं और वाष्प को ठंडा करने पर वे पुनः द्रव में बदल जाते हैं।

सामान्य ताप पर सभी द्रव लगातार वाष्पित होते रहते हैं परंतु जब इन्हें गर्म करते हैं तो वाष्प की मात्रा बढ़ती जाती है। वाष्प की यह मात्रा द्रव के क्वथनांक के व्युत्क्रमानुपाती होती है अर्थात् जिस द्रव का क्वथनांक निम्न होगा, उसकी वाष्प अधिक बनेगी और उच्च क्वथनांक वाले द्रव की वाष्प कम बनेगी। इस वाष्प को ठंडा करने पर निम्न क्वथनांक वाले द्रव की अधिक मात्रा प्राप्त होती है और उच्च क्वथनांक वाले द्रव की कम। इसे हम दो द्रवों A और B के उदाहरण द्वारा समझ सकते हैं–

द्रव A (निम्न क्वथनांक) + द्रव B (उच्च क्वथनांक) —गर्म करने पर→ वाष्प (A की वाष्प ज्यादा, B की वाष्प कम) —ठंडा करने पर→ द्रव (A की मात्रा ज्यादा, B की मात्रा कम)

यदि इन दोनों द्रवों को पूरी तरह पृथक करना हो तो आसवन की प्रक्रिया को बार–बार दोहराना होगा।

हम जानते हैं कि पेट्रोलियम कई हाइड्रोकार्बन का मिश्रण है, जिनके क्वथनांक में बहुत कम अंतर होता है। ऐसे मिश्रण के घटकों को साधारण आसवन विधि के द्वारा पृथक करना कठिन होता है अतः इसके लिए विशेष उपकरण का प्रयोग किया जाता है, जिसे प्रभाजक स्तंभ कहते हैं। इस प्रकार, दो या दो से अधिक मिश्रणीय द्रवों को, जिनके क्वथनांक के मध्य बहुत कम अंतर होता है, पृथक करने की विधि प्रभाजी आसवन कहलाती है।



चित्र क्रमांक–3 : पेट्रोलियम का प्रभाजी आसवन

पेट्रोलियम के प्रभाजी आसवन के लिए सर्वप्रथम कच्चे तेल को भट्टी में गर्म किया जाता है और वाष्पों को प्रभाजक स्तंभ के निचले भाग में पहुँचाया जाता है। वाष्पों का यह मिश्रण स्तंभ में ऊपर की ओर उठता है और संघनित होकर द्रव रूप में नीचे की ओर आता है। स्तंभ में आसवन की क्रिया लगातार चलती रहती है, क्योंकि गर्म वाष्प के कारण संघनित द्रव पुनः वाष्प में बदल जाता है। इस प्रकार निम्न क्वथनांक वाले यौगिक स्तंभ के ऊपरी भाग में आसवित हो जाते हैं और इन्हें अलग एकत्र कर लिया जाता है। स्तंभ में ऊपर से नीचे क्रमशः निम्न क्वथनांक से उच्च क्वथनांक वाले द्रव पृथक कर लिए जाते हैं। इस प्रकार अलग–अलग क्वथनांक वाले प्रभाज पृथक हो जाते हैं (चित्र क्रमांक 3)।

हमने देखा कि पेट्रोलियम के प्रभाजी आसवन से विभिन्न ताप पर कई महत्वपूर्ण पदार्थों की प्राप्ति होती है इन्हें पेट्रोरसायन कहते हैं जिनका उपयोग विभिन्न क्षेत्रों में किया जाता है। आधुनिक समय में कई उद्योग इन्हीं पदार्थों पर आधारित हैं।

प्रश्न :

1. प्रभाजी आसवन किसे कहते हैं?
2. पेट्रोलियम का प्रभाजी आसवन क्यों आवश्यक है? प्रभाजक स्तंभ में ऊपर की ओर कौन–सी गैस प्राप्त होती है।
3. पेट्रोलियम का रासायनिक सूत्र क्यों नहीं होता है?

16.6 पेट्रोरसायन (Petrochemicals)

पेट्रोलियम से उत्पन्न रसायन पेट्रोरसायन कहलाते हैं। पेट्रोरसायन के प्रारंभिक उपयोग की कहानी बहुत ही रोचक है। बहुत समय पहले, खाड़ी क्षेत्रों में पेट्रोलियम धीरे–धीरे गड्ढ़ों से स्वतः निकलता रहता था। इसमें उपस्थित पदार्थ वाष्पशील होते थे। अतः कुछ समय पश्चात इसमें एक चिपचिपा पदार्थ बच जाता था। इसका उपयोग नावों को जलरोधी बनाने में किया जाता था। लोगों ने इसका उपयोग मकान बनाते समय ईंट, पत्थर जोड़ने के लिए भी किया। लगभग 200 वर्ष पहले पेट्रोलियम से मिट्टी का तेल (किरोसिन) पृथक किया गया, तब से इसका उपयोग ईंधन तथा प्रकाश के लिए बहुतायत में होने लगा।

उन्नीसवीं शताब्दी के मध्य पेट्रोलियम से प्राप्त जैली का प्रयोग मजदूरों द्वारा जख्मों और जलने के उपचार हेतु किया जाता था। इसके आधार पर ही सौंदर्य प्रसाधन सामग्रियों में पेट्रोलियम जैली के उपयोग की शुरुआत हुई। पेट्रोरसायन का उपयोग अपमार्जक, रेशे (पॉलिएस्टर, नाइलॉन, ऐक्रिलिक आदि), पॉलिथीन और अन्य मानव निर्मित प्लास्टिक आदि के औद्योगिक निर्माण में किया जाता है।

आज विभिन्न क्षेत्रों में प्लास्टिक उत्पादों ने क्रांतिकारी परिवर्तन ला दिया है। इस उद्योग का देश की अर्थव्यवस्था में महत्वपूर्ण योगदान है। विभिन्न क्षेत्रों में इससे बनी वस्तुओं का व्यापक उपयोग होने के कारण इसकी महत्ता बढ़ती जा रही है।

16.7 प्लास्टिक का पुनः चक्रण (Recycling of plastic)

प्लास्टिक की वस्तुएँ उपयोग करने के पश्चात इधर–उधर फेंक दी जाती हैं किंतु ये मिट्टी में अपघटित नहीं हो पाती हैं। जिसके कारण इनको नष्ट करना अथवा इन्हें पुनः उपयोग में लाने लायक बनाना आवश्यक हो जाता है। अनुपयोगी प्लास्टिक की वस्तुओं को उपयोगी उत्पादों में बदलने की प्रक्रिया को प्लास्टिक का पुनः चक्रण कहते हैं।

सन् 1988 में प्लास्टिक उद्योग संस्था के द्वारा विभिन्न प्लास्टिक उत्पादों को पहचान कोड दिए गए। प्लास्टिक का पुनः चक्रण करने से पहले प्लास्टिक उत्पादों को उनके पहचान कोड के अनुसार अलग–अलग किया जाता है। इन पहचान कोडों को सात समूहों में बाँटा गया है।

पहचान कोड में संख्या को तीन तीरों के प्रतीक के मध्य रखा जाता है (सारणी क्रमांक–2)। समान कोड वाले प्लास्टिक का पुनः चक्रण एक साथ किया जाता है।

सारणी क्रमांक–2 : प्लास्टिक पहचान कोड एवं उपयोग

पहचान कोड	1	2	3	4	5	6	7
वस्तुओं के नाम	पानी बोतल, शीतल पेय बोतल, जैम का जार	पानी का पाइप, बच्चों के खिलौने, जूस हेतु बोतल, शैम्पू तथा क्रीम हेतु बोतल	पीवीसी पाइप, जूस हेतु बोतल	?	?	?	?

क्रियाकलाप–1

- अपने आस–पास पाई जाने वाली प्लास्टिक की वस्तुओं के पहचान कोड को नोट कीजिए।
- प्रत्येक कोड की कौन–कौन सी वस्तुएँ मिलीं, उन्हें वर्गीकृत कीजिए।
- क्या आपको सभी सात कोड की वस्तुएँ मिलीं? अपने साथी द्वारा नोट की गई वस्तुओं के कोड को भी देखें तथा कक्षा में चर्चा करें।
- चार से सात कोड वाली कौन–कौन सी प्लास्टिक की वस्तुएँ मिलीं उन्हें सारणी क्रमांक–2 को कॉपी में बनाकर भरिए।
- प्लास्टिक के पुनः चक्रण पर विभिन्न माध्यमों से जानकारी एकत्र कर कक्षा में इस पर चर्चा करें।

16.8 ईंधन का दहन (Combustion of fuels)

हम जानते हैं कि किसी वस्तु के जलने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। ऑक्सीजन की उपस्थिति में वस्तु का जलना दहन कहलाता है। दहन की प्रक्रिया में ऊष्मा निकलती है, अतः यह एक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है।

कोयले के दहन की प्रक्रिया में मुख्यतः कार्बन डाइऑक्साइड तथा ऊष्मा उत्पन्न होती है।

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \uparrow + \text{ऊष्मा}$$

यदि कोयले का दहन ऑक्सीजन की आंशिक मात्रा में होता है तो कार्बन मोनोऑक्साइड प्राप्त होती है।

$$C + \tfrac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO \uparrow + \text{ऊष्मा}$$

कोयले के दहन के पश्चात बचे अवशेष को राख कहते हैं। इस प्रकार हमने देखा कि ईंधन के दहन से कार्बन डाइऑक्साइड, कार्बन मोनोऑक्साइड और राख बनती है जिनकी अधिक मात्रा पर्यावरण को प्रदूषित करती है।

16.9 जीवाश्म ईंधन के बढ़ते उपयोग का पर्यावरण पर प्रभाव

जीवाश्म ईंधन कार्बनिक पदार्थों का रूपांतरण है। बढ़ते औद्योगीकरण के कारण जीवाश्म ईंधन का उपयोग लगातार बढ़ता जा रहा है। यदि इसी तरह हम जीवाश्म ईंधन का उपयोग करते रहे तो पर्यावरण पर इसका दुष्प्रभाव पड़ेगा।

- ईंधन को जलाने से जो कार्बन डाइऑक्साइड उत्पन्न होती है उसका कुछ भाग तो हरे पेड़–पौधों द्वारा प्रकाश संश्लेषण में उपयोग कर लिया जाता है परंतु ज्यादातर भाग पौधाघर प्रभाव (greenhouse effect) उत्पन्न करता है। इसके कारण पृथ्वी का तापमान बढ़ रहा है।
- ईंधन के दहन से उत्पन्न कार्बन मोनोऑक्साइड एक विषैली गैस है जो रक्त में पाए जाने वाले हीमोग्लोबिन में, ऑक्सीजन की अपेक्षा तीव्रता से घुलती है। यदि कार्बन मोनोऑक्साइड की मात्रा रक्त में अधिक हो जाए तो मृत्यु तक हो सकती है।
- तापीय संयंत्रों में कोयले के दहन से उत्पन्न होने वाली राख आस–पास के क्षेत्रों में उड़ती है, उसे उड़न राख (fly ash) कहते हैं। यह फेफड़ों को संक्रमित करके सिलिकोसिस बीमारी उत्पन्न करती है जिससे फेफड़ों को क्षति पहुँचती है।
- ईंधन में पाए जाने वाले नाइट्रोजन तथा सल्फर दहन के पश्चात् उनके ऑक्साइड में बदल जाते हैं जिनके वर्षा के जल में घुलने के कारण अम्ल वर्षा होती है।

16.10 जीवाश्म ईंधन का संरक्षण (**Conservation of fossil fuels**)

जीवाश्म ईंधन ऊर्जा का ऐसा स्रोत है जिसे बनने में करोड़ों वर्ष लगते हैं। दूसरी ओर इसके ज्ञात भंडार सिर्फ कुछ सौ वर्ष और चलने वाले हैं। हमें इसके दुरुपयोग को रोकने का प्रयास करना चाहिए। हमारे द्वारा इसके संतुलित उपयोग करने पर ही यह भावी पीढ़ी के लिए उपलब्ध हो सकेगा।

- जीवाश्म ईंधनों के दुरुपयोग को रोकने के उपायों की जानकारी समुदाय को देनी चाहिए।
- कोयला खनन हेतु नए वैज्ञानिक तरीकों का उपयोग करना चाहिए जिससे कोयले की संपूर्ण मात्रा प्राप्त हो सके तथा अनावश्यक हानि न हो।
- वाहनों में संपीडित प्राकृतिक गैस (CNG) के उपयोग को प्राथमिकता देनी चाहिए क्योंकि इसमें नाइट्रोजन व सल्फर नहीं पाया जाता।
- प्लास्टिक का उपयोग सीमित होना चाहिए।
- वाहनों के द्वारा पेट्रोलियम उत्पादों की खपत को कम करने के लिए वाहनों के समुचित रख–रखाव पर जोर देना चाहिए। भारत में पेट्रोलियम संरक्षण अनुसंधान समिति (PCRA) लोगों को सलाह देती है कि गाड़ी चलाते समय किस प्रकार पेट्रोल/डीजल बचाएँ। उनकी सलाह है–

- जहाँ तक संभव हो, गाड़ी मध्यम और एक समान गति से चलाइए।
- यातायात सिग्नल पर अथवा जहाँ आपको प्रतीक्षा करनी हो गाड़ी का इंजन बंद कर दीजिए।
- टायरों का दाब सही रखिए और गाड़ी का नियमित रख–रखाव सुनिश्चित कीजिए।

प्रश्न :

1. प्लास्टिक का पुनः चक्रण किसे कहते हैं?
2. दहन किसे कहते हैं? समझाइए।

मुख्य शब्द (Keywords)

जीवाश्म ईंधन (fossil fuel), कोयला (coal), पेट्रोलियम (petroleum), प्रभाजी आसवन (fractional distillation), पुनः चक्रण (recycling), दहन (combustion), संरक्षण (conservation), प्लवक (plankton), उड़न राख (fly ash), अम्ल वर्षा (acid rain)

हमने सीखा

- उच्च ताप एवं दाब पर ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में जीव–जंतुओं और वनस्पतियों के अवशेषों के रूपांतरण से जीवाश्म ईंधन बनते हैं। कोयला एवं पेट्रोलियम जीवाश्म ईंधन हैं।
- वनस्पतियों एवं जंतुओं के मृत शरीर से कोयला तथा समुद्री जीवों (प्लवक) के मृत शरीर से पेट्रोलियम की उत्पत्ति हुई है।
- कोयला निर्माण में सर्वप्रथम पीट प्राप्त होता है, सबसे उत्तम कोयला ऐन्थ्रासाइट होता है।
- व्यावसायिक उपयोग की दृष्टि से कोयले के ग्रेड उनकी ऊष्मीय क्षमता के आधार पर दिए जाते हैं।
- पेट्रोलियम का एक निश्चित रासायनिक सूत्र नहीं होता क्योंकि यह कई हाइड्रोकार्बन का मिश्रण होता है।
- प्रभाजी आसवन ऐसे द्रवों के मिश्रण के पृथक्करण के लिए किया जाता है जिनके क्वथनांक में बहुत कम अंतर होता है।
- प्रभाजक स्तंभ में सबसे ऊपर की ओर पेट्रोलियम गैस तथा सबसे नीचे गाढ़ा अवशेष प्राप्त होता है।
- दैनिक जीवन में उपयोगी विभिन्न प्लास्टिक उत्पाद पेट्रोरसायन की ही देन हैं।
- अनुपयोगी प्लास्टिक उत्पादों को उपयोगी उत्पादों में बदलने की प्रक्रिया को प्लास्टिक का पुनः चक्रण कहते हैं।

VQYE3K

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) कोयले का निर्माण निम्नलिखित के अवशेषों से होता है–

(अ) वनस्पतियों (ब) जंतुओं

(स) वनस्पति एवं जंतुओं दोनों (द) इनमें से कोई नहीं

(ii) जीवाश्म ईंधन बनने के लिए आवश्यक स्थितियाँ हैं–

(अ) उच्च ताप (ब) उच्च दाब

(स) ऑक्सीजन की अनुपस्थिति (द) उपर्युक्त सभी

(iii) किस प्रकार के कोयले में कार्बन की मात्रा सर्वाधिक होती है–

(अ) पीट (ब) लिग्नाइट

(स) बिटुमिनस (द) ऐन्थ्रासाइट

(iv) पी.वी.सी. से निर्मित वस्तुओं का पहचान कोड क्या है–

(अ) 1 (ब) 2

(स) 3 (द) 4

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) कोयला एवं पेट्रोलियम .... ईंधन हैं।

(ii) कोयले के निर्माण में सर्वप्रथम .... प्रकार का तथा अंत में .... प्रकार का कोयला बनता है।

(iii) कार्बन की सबसे कम मात्रा .... प्रकार के कोयले में पाई जाती है।

(iv) प्रभाजी आसवन तब किया जाता है जब द्रवों के .... में अंतर बहुत कम होता है।

(v) पेट्रोलियम दो शब्दों .... और .... से मिलकर बना है।

3. जीवाश्म ईंधन किस प्रकार बनते हैं? समझाइए।

4. कोयले के विभिन्न प्रकारों को विस्तारपूर्वक लिखिए।

5. जीवाश्म ईंधन के अधिक उपयोग से पर्यावरण पर पड़ने वाले प्रभावों को बताइए।

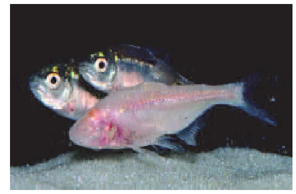
6. जीवाश्म ईंधन का संरक्षण आवश्यक है, समझाइए।

7. पेट्रोलियम के प्रभाजी आसवन से प्राप्त उत्पाद कौन–कौन से हैं? इनके क्या उपयोग हैं।

अध्याय–17

प्राकृतवास : प्राकृतिक आवास

(Habitat)



17.1 प्राकृतवास से अभिप्राय (Meaning of habitat)

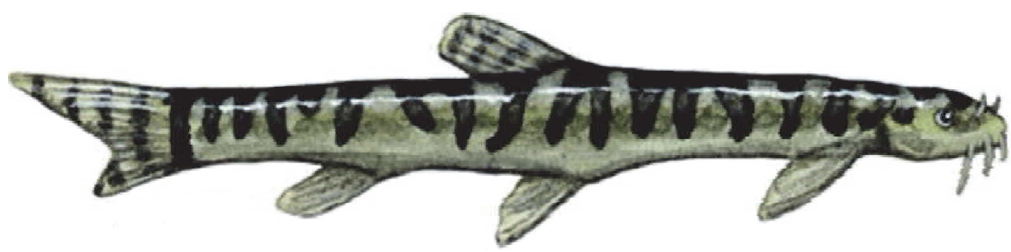
हमारे राज्य में जगदलपुर के पास कांगेर नदी के तट पर कुटुमसर गुफा है। इस गुफा की छत व दीवारों से चूनायुक्त पानी टपकता है जिससे छत से लटकती और जमीन से उभरती शंकु जैसी विशाल और सुंदर संरचनाएँ बनती हैं (चित्र–1)।

कुटुमसर गुफा आस–पास की जमीन से लगभग 35 मीटर नीचे व एक किलोमीटर से अधिक लंबी है। इस गुफा में इतना अँधेरा है कि यदि हाथ में पकड़ी टार्च को बंद कर दें तो एक कदम भी आगे चलना मुश्किल हो जाता है। गुफा में ऑक्सीजन की मात्रा बाहर की तुलना में कम है। इन परिस्थितियों के बावजूद यहाँ कई प्रकार के जीव पाए जाते हैं। उदाहरण के लिए चमगादड़, कीड़े–मकोड़े, मिलीपीड्स, बैक्टीरिया आदि।

चित्र क्रमांक–1 : कुटुमसर गुफा की शंकु जैसी रचनाएँ–छत से लटकते स्टैलेक्टाइट एवं जमीन से उभरते स्टैलेक्माइट

कुटुमसर गुफा का तापमान सालभर 25°C से 32°C के बीच रहता है। यहाँ के पानी का तापमान लगभग 22°C से 30°C के बीच रहता है। इसका अर्थ यह है कि गुफा व अंदर के पानी के तापमान में अधिक अंतर नहीं होता। बरसात के मौसम में यहाँ प्रायः बाढ़ आ जाती है।

गुफा में मछली की एक ऐसी जाति है जो लगभग अंधी है। इसकी आँखें बहुत ही छोटी हैं। इसकी लंबाई 2 से 4 सेमी. है। स्थानीय लोग इसे ''कानी मछरी'' कहते हैं। इस मछली की अन्य किस्में पहाड़ी नदियों में पाई जाती हैं। कुटुमसर गुफा में इसकी एक खास किस्म मिलती है। यह यहाँ की गुफाओं में पाए जाने वाले सूक्ष्म जलीय पौधों, जंतुओं जैसे कीड़ों, घोंघों आदि को खाती है। ये मृत जंतु और पौधों को भी खाती है। अतः यह स्केवेंजर या अपमार्जक की भूमिका भी निभाती है। ये मछलियाँ अक्सर मिट्टी के नीचे अपना समय बिताती हैं व पानी में साँस लेती हैं लेकिन समय–समय पर पानी की सतह पर आकर मुँह में हवा भरती हैं। ये अपना संपूर्ण जीवनकाल इसी गुफा में बिताती हैं। यहीं प्रजनन करती हैं और यहीं मर जाती हैं। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि कुटुमसर गुफा का पानी इन मछलियों की आबादी का प्राकृतवास है।



चित्र क्रमांक–2 : कानी मछरी

- यहाँ कुटुमसर की गुफाओं की किन विशेषताओं की बात की गई हैं?
- यदि बाढ़ के साथ ये कानी मछलियाँ गुफा से बाहर चली जाएँ तो कैसे जीवित रहती होंगी?
- ये मछलियाँ अन्य मछलियों से कैसे भिन्न है?

कुटुमसर गुफा में जैविक कारक कानी मछरी और अन्य जीव हैं। वहाँ का तापमान, चूनेयुक्त दीवारें, पानी और प्रकाश आदि अजैविक कारक हैं। अतः किसी भी पर्यावरण में रहने योग्य सुरक्षित स्थान, तापमान, पानी व हवा इत्यादि वहाँ के अजैविक कारक होते हैं तथा वहाँ पर भोजन की उपलब्धता व विभिन्न प्रजातियों की उपस्थिति आदि जैविक कारक होते हैं।

किसी भी प्राकृतवास के अजैविक व जैविक कारक वहाँ के जीवों को विभिन्न तरीकों से प्रभावित करते हैं।

17.2 प्राकृतवास एवं पर्यावरण के घटकों के मध्य अंतर्संबंध (The interrelationship between natural components in a habitat)

VRR28I

आइए, हम अपने प्राकृतवास और पर्यावरण के सजीव–निर्जीव घटकों के मध्य अंतर्संबंध को जानें।

क्रियाकलाप–1

आप सुबह सो कर उठने के बाद से रात में सोने तक अपनी दिनचर्या को कुछ समय तक सोचें और एक दिन में आपके द्वारा उपयोग में लाई गई आवश्यक वस्तुओं की सूची बनाएँ। सूची में आपके साँस लेने के लिए आवश्यक हवा, उपयोग में लाया गया टूथब्रश, पानी, दूध या चाय जो आप पीते हैं आदि सभी चीजों को शामिल करें।

अब इस सूची की वस्तुओं के सामने उनकी प्राप्ति के स्रोत लिखें। जैसे – आपके कपड़े यदि सूत से बने हैं तो सूत कपास के पौधों से प्राप्त होता है और आपकी चप्पल यदि प्लास्टिक से बनी है तो प्लास्टिक पेट्रोलियम पदार्थ से प्राप्त होता है।

सारणी क्रमांक–1

क्र.सं.	वस्तु	किससे बनी है	प्राप्ति का स्रोत
1	कमीज	सूत	कपास का पौधा
2	चप्पल	प्लास्टिक	पेट्रोलियम पदार्थ
.....			

उपर्युक्त सारणी एक दिन की दिनचर्या के आधार पर बनाई गई है। यदि हम इसे एक सप्ताह, एक माह, एक वर्ष अथवा अपने पूरे जीवनकाल के लिए बनाते हैं तो अन्य सजीव और निर्जीव घटकों पर हमारी अंतर्निर्भरता स्पष्ट रूप से दिखाई देगी।

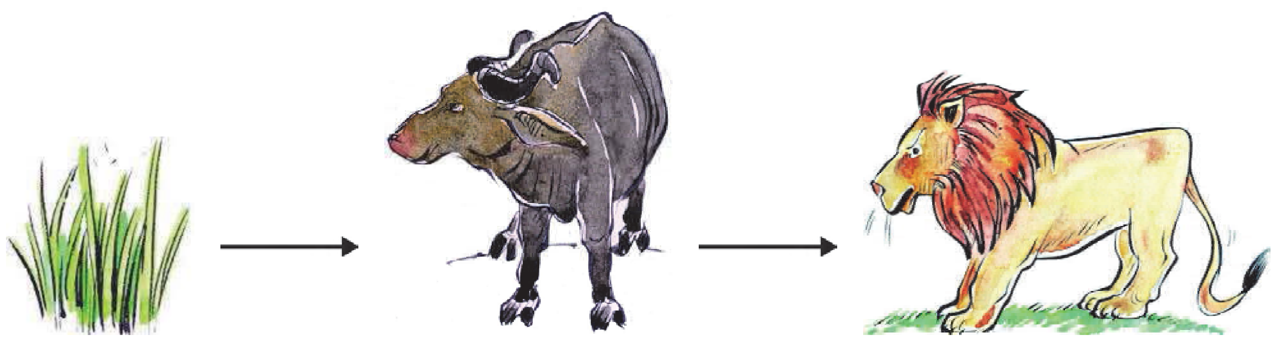
- हमारे लिए अनिवार्य अजैविक घटक कौन–कौन से हैं?
- ऐसे जैविक घटक कौन–कौन से हैं जिनके बिना हमारा जीवन असंभव है?

अब आपको यह अहसास हुआ होगा कि हम कई जीवों से संबंध रखते हैं, कुछ बहुत जरूरी, कुछ कम महत्वपूर्ण। ऐसे ही सभी का जीवन विभिन्न जीवों पर निर्भर है। अर्थात् सभी जीवों के मध्य अंतर्संबंध हैं। चाहे वह आप हों या गुलाब, शेर हो या फफूँद। प्रत्येक जीव किसी न किसी समुदाय का हिस्सा है व अन्य सजीव व निर्जीव घटकों से जुड़ा है।

17.2.1 जैविक घटकों में अंतर्संबंध (Interrelationship of living components)

आपने देखा है कि जीवों के बीच के अंतर्संबंध कई कारणों से बनते हैं, जैसे प्रजनन, भोजन व सुरक्षा। जीवों के बीच अंतर्संबंध का एक प्रमुख कारण भोजन व उससे मिलने वाली ऊर्जा है। आइए, इसे एक उदाहरण से समझते हैं–

वन भैंसा छत्तीसगढ़ के घास के गीले मैदानों, दलदल और नदियों के पास घने जंगलों में मिलता है। यह घास और अन्य पौधे खाता है। यहाँ वन भैंसा और घास के बीच एक संबंध है जो ऊर्जा के बहाव के रूप में है। घास प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा अपने लिए भोजन बनाती है। इस भोजन से इसे ऊर्जा मिलती है। वन भैंसा ऊर्जा के लिए घास खाता है। यहाँ ऊर्जा का बहाव घास से वन भैंसा की तरफ हो रहा है। वन भैंसे को अगर शेर खाता है तो यह अंतर्संबंध इस प्रकार दिखा सकते हैं–



घास वन भैंसा शेर

चित्र क्रमांक–3 : खाद्य श्रृंखला

ऊर्जा के इस बहाव की श्रृंखला को खाद्य श्रृंखला कहते हैं। किंतु हमें इस बात पर भी ध्यान देना होगा कि वन भैंसा केवल घास ही नहीं खाता कुछ दूसरे पौधों को भी खाता है। ऐसे ही, दूसरे और जंतु भी घास खाते हैं और शेर दूसरे जंतुओं को भी खाता है। इस प्रकार बनी हुई सभी खाद्य श्रृंखलाओं को यदि हम जोड़ दें तो खाद्य जाल बन जाएगा।

- वन भैंसा, घास, शेर और अन्य पेड़ पौधों व जंतुओं को लेकर खाद्य जाल बनाएँ।
- उपर्युक्त खाद्य जाल में वन भैंसा लुप्त हो जाए तो खाद्य जाल पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
- आप अपने से जुड़ी दो खाद्य श्रृंखलाएँ बनाएँ। इन दोनों में आपस में अंतर्संबंध भी बताएँ।

पोषण स्तर (Trophic level)

चित्र क्रमांक–3 में दी गई खाद्य श्रृंखला में कुछ ऐसे जीव हैं जो प्रकाश संश्लेषण की क्रिया से अपना भोजन बनाते हैं। इन्हें उत्पादक कहते हैं। कुछ जीव ऐसे भी हैं जो अपने भोजन के लिए पौधों या अन्य जीवों पर निर्भर करते हैं, इन्हें उपभोक्ता कहते हैं। जैसा कि इस खाद्य श्रृंखला में वन भैंसा और शेर। यहाँ वन भैंसा प्राथमिक उपभोक्ता है और शेर द्वितीयक उपभोक्ता। इस श्रृंखला में और भी उपभोक्ता हो सकते हैं। अंत में खाद्य श्रृंखला में ऐसे जीव जुड़ते हैं जो जीवों द्वारा शरीर से बाहर निकाले गए अपशिष्ट पदार्थों और जीवों के मरने के बाद उन्हें

सरल पदार्थों में तोड़ देते हैं। ये जीव अपघटक कहलाते हैं। अपघटन की क्रिया में बने सरल पदार्थ फिर से पर्यावरण का हिस्सा बन जाते हैं। इस खाद्य शृंखला को हम निम्न प्रकार से लिख सकते हैं–

घास (उत्पादक)	→	वन भैंसा (प्राथमिक उपभोक्ता)	→	शेर (द्वितीयक उपभोक्ता)	→	अपघटक

खाद्य शृंखला की प्रत्येक कड़ी एक पोषण स्तर कहलाती है।

- कुटुमसर गुफा की खाद्य शृंखला बनाएँ।

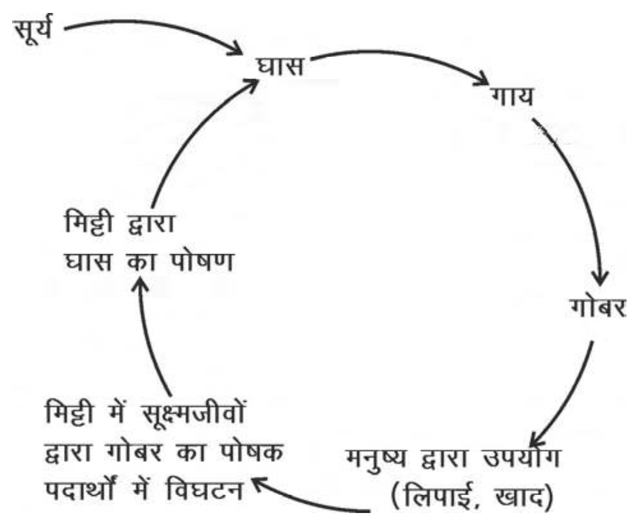
क्या आप जानते हैं?

कुटुमसर गुफा में बाढ़ के दौरान ही सूक्ष्म पौधे, सूक्ष्म जंतु व अन्य पोषक पदार्थ गुफा में प्रवेश कर पाते हैं। ऐसी स्थिति में केवल कुछ ही समय के लिए कानी मछरी को ये पोषक पदार्थ भोजन के रूप में प्राप्त होते हैं अन्यथा कानी मछरी गुफा में उपस्थित मृत जंतु और पौधों को ही खाती है। अतः यहाँ पाई जाने वाली खाद्य शृंखला अपमार्जक खाद्य शृंखला होती है, जिसमें प्रथम पोषक स्तर पर उत्पादक न होकर मृत पदार्थ होते हैं।

मृत जीव–जंतु → कानी मछरी → चमगादड़

17.2.2 जैविक–अजैविक घटकों में अंर्तसंबंध (Interrelationship between biotic and abiotic components)

खाद्य शृंखला को देखकर ऐसा लगता है कि ऊर्जा व पोषक पदार्थ एक कतार में बहते हैं। लेकिन ऐसा नहीं है। इनका बहाव चक्र में होता है। इसे एक उदाहरण से समझते हैं–



चित्र क्रमांक–4: पोषक चक्र

इस चक्र में घास, गाय, मनुष्य, सूक्ष्मजीव आदि जैविक घटकों के उदाहरण हैं। साथ ही सूर्य का प्रकाश, ईंधन, मिट्टी, विघटित पदार्थ आदि अजैविक घटकों के उदाहरण हैं। चक्र में तीर की दिशा ऊर्जा के बहाव के साथ–साथ एक घटक का दूसरे घटक से अंतर्संबंध भी दर्शाती है।

17.3 प्राकृतवास में विविधता (Diversity in habitat)

अब तक हमने कानी मछरी के प्राकृतवास के बारे में चर्चा की है। आइए, अन्य जीवों के प्राकृतवास के बारे में चर्चा करते हैं।

क्रियाकलाप–2

आपने अपने आस–पास किसी ऐसे पेड़ को देखा होगा जो उस क्षेत्र में सामान्य रूप से पाए जाते हैं। जैसे– तेंदू, महुआ, आम, जामुन, बबूल, नीम, अशोक आदि। ऐसे किसी एक पेड़ का चयन करें और उसके बारे में निम्न लिखित जानकारी एकत्र करें–

- इस प्रजाति के पेड़ों को आपने कहाँ–कहाँ देखा है?

  (जंगल में/मैदान में/पहाड़ पर/नदी के किनारे/पानी से दूर/अन्य कहीं)

- जहाँ ये पेड़ उगते हैं और बड़े होते हैं, उस स्थान की विशेषताएँ लिखें, जैसे वहाँ के सामान्य तापमान, पानी, मिट्टी आदि के बारे में ।
- इस पेड़ की आवश्यकताएँ भी लिखें, जैसे परागण कैसे होता है, फल कौन खाता है और बीज कैसे फैलते हैं आदि।
- क्या अब आप इस पेड़ के प्राकृतवास को स्पष्ट कर पाएँगे?
- आप इस पेड़ का चित्र बनाएँ।
- हमारे आस–पास ऐसे कौन–कौन से जीव हैं जिन्हें हम दूसरे जीवों की तुलना में अधिक संख्या में देखते हैं? ऐसे कुछ पौधों और जंतुओं के उदाहरण लिखें।

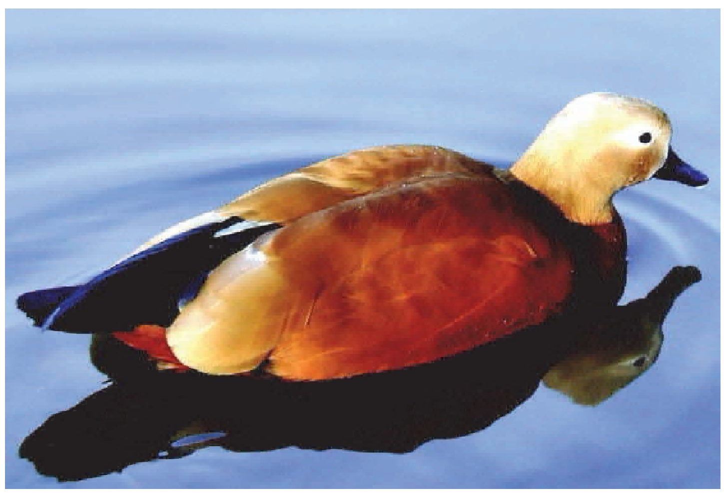
क्या आप जानते हैं?

हमारी आँतों में कई सूक्ष्मजीव रहते हैं जिनके कारण हमें भोजन पचाने में मदद मिलती है। इनमें से कुछ जीव ऐसे हैं जिनका प्राकृतवास हमारी आँतें हैं। यदि इन्हें यहाँ से हटा दिया जाए तो ये जीवित नहीं रहते व हमारे स्वास्थ्य पर भी इसका विपरीत प्रभाव होता है।

17.4 जीवनकाल और विभिन्न प्राकृतवास (Changing habitat in a life span)

अब एक ऐसे जीव के बारे में चर्चा करते हैं जो अपने जीवनकाल का अलग–अलग समय विभिन्न स्थानों पर बिताता है।

ब्राह्मनी डक एक पक्षी है। इसे सुर्खाब, चकवा–चकवी आदि नामों से भी जाना जाता है। यह बत्तख भारत में ही नहीं अफ्रीका, यूरोप और एशिया के कई देशों में पाई जाती है। भारत में गर्मी के लगभग 4–5 महीनों में ये लद्दाख, सिक्किम, अरुणाचल प्रदेश, हिमालय की ऊँचाइयों में दिखाई पड़ती हैं। ये इनके प्रजनन स्थान भी हैं। सर्दियों के दिनों में ये हमारे देश के दक्षिण की तरफ दिखाई पड़ती हैं। इसी समय ये छत्तीसगढ़ में भी दिखाई पड़ती है। परंतु ये यहाँ प्रजनन नहीं करती हैं। सर्दियों में ब्राह्मनी डक सिर्फ हमारे देश के अन्य स्थानों से ही नहीं बल्कि उत्तर पूर्व के अन्य देशों से भी आती है। जब किसी जीव के जीवनकाल में प्राकृतवास बदलता है तो एक प्राकृतवास से दूसरे प्राकृतवास में जाना प्रवास कहलाता है। इस प्रक्रिया में जीव कुछ समय बाद पुनः अपने स्थायी प्राकृतवास में लौट जाता है।



चित्र क्रमांक–5 : ब्राह्मनी डक

समुद्र तट से 5000 मीटर तक की ऊँचाइयों पर घास के विशाल मैदान, मीठे व खारे पानी के तालाब, दलदल और नदियों के तट ब्राह्मनी डक के प्रजनन स्थल हैं। प्रजनन के दौरान पोषण की जरूरतें अधिक होती हैं, अंडे देने के लिए सुरक्षित जगहों की जरूरत पड़ती है और यह सब इन्हें हिमालय के इलाकों में मिल जाता है। यहीं के घास, अनाज, अन्य बीज, झींगा, मेंढक, कीड़े आदि इनका भोजन है।

इन स्थानों पर सर्दी के आते–आते जब खाद्य का यह स्रोत कम हो जाता है तब ये खाने की तलाश में यहाँ की अपेक्षा कम ठंडे स्थानों की ओर निकल पड़ती हैं। वयस्क बत्तखों के साथ संतान बत्तख भी होते हैं। ये बत्तख इन कम ठंडे स्थानों पर नदियों, झील–तालाबों, दलदल, खेतों, बाँधों आदि के तट पर दिखाई देती हैं। समुद्र के तट से ये दूर रहती हैं।

- ब्राह्मनी डक का प्राकृतवास क्या है?
- क्या ब्राह्मनी डक को प्रवासी जीव मान सकते हैं? क्यों?

17.5 प्राकृतवास के प्रति अनुकूलन (Adaptation to a habitat)

जीव अपने प्राकृतवास के प्रति कैसे अनुकूलित होते हैं?

जब हम किसी जीव को किसी प्राकृतवास में जीवनयापन और प्रजनन करते देखते हैं, तब पाते हैं कि उस जीव की विशेषताएँ उस प्राकृतवास में रहने के लिए अनुकूल हैं। अनुकूलन की प्रक्रिया के कई उदाहरण हैं।

भूमिगत गुफाओं के पानी में रहने वाली मछलियाँ प्रायः अंधी होती हैं। जैसे कानी मछरी। इस प्रकार की एक और मछली ''मैक्सीकन टेट्रा'' पर किए गए शोध से उसके आवास संबंधी विभिन्न तथ्यों का पता चलता है। इनमें से एक तथ्य यह है कि पानी के खारेपन में अंतर का प्रभाव मछलियों की आंखों के आकार पर पड़ता है। इस शोध का विवरण परिशिष्ट में दिया गया है।

चित्र क्रमांक–6 : मैक्सीकन टेट्रा मछली

इस अध्याय में हमने देखा कि सभी जीवों की आबादी का एक प्राकृतवास होता है जहाँ उनकी मूलभूत आवश्यकताओं की पूर्ति होती है। एक प्राकृतवास में सभी जीव अपने पर्यावरण के अन्य जीवों व निर्जीव घटकों पर निर्भर होते हैं। हमने यह भी देखा है कि पर्यावरण में परिवर्तनों के होने से जीवों की जीवन शैली में भी परिवर्तन हो सकते हैं। वर्तमान में हम अपने पर्यावरण में बहुत तेजी से और अधिक परिवर्तन ला रहे हैं जो न केवल हमें वरन दूसरे जीवों को भी प्रभावित करते हैं। कुछ परिवर्तन बड़ी समस्याओं का कारण बन रहे हैं।

मुख्य शब्द (Key words)

प्राकृतवास (habitat), प्रवास (migration), जैविक घटक (biotic component), अजैविक घटक (abiotic component), अंतर्संबंध (inter relationship), खाद्य श्रृंखला (food chain), खाद्य जाल (food web), पोषण स्तर (trophic level), उत्पादक (producer), उपभोक्ता (consumer), अपघटक (decomposer), अपमार्जक (scavenger)

हमने सीखा

- किसी भी जीव की प्रमुख आवश्यकताएँ होती हैं – भोजन, सुरक्षा एवं प्रजनन।
- किसी जीव का प्राकृतवास वह स्थान है जहाँ उसके जीवनकाल की सभी प्रमुख आवश्यकताएँ पूरी होती हैं।
- कई ऐसे जीव हैं जो अपना जीवन अलग–अलग जगहों पर बिताते हैं– इनके प्राकृतवास में विविध पर्यावरण शामिल होते हैं।
- कुछ जीव प्रवासी होते हैं– साल के कुछ महीने एक जगह और अन्य महीने अलग जगह बिताते हैं।
- जब कोई जीव किसी प्राकृतवास के लिए अनुकूलित हो जाता है तब वह उस प्राकृतवास में सफलतापूर्वक जीता और प्रजनन करता है।
- किसी जीव और उसके खाद्य का अंतर्संबंध ऊर्जा के बहाव को दर्शाता है। इसे खाद्य श्रृंखला कहते हैं। खाद्य श्रृंखला में उर्जा का प्रमुख स्त्रोत सूर्य है।
- खाद्य श्रृंखला में उत्पादक, उपभोक्ता और अपघटक होते हैं जिन्हें पोषण स्तर कहते हैं।
- प्रत्येक जीव का अपने प्राकृतवास के अजैविक घटकों से भी अंतर्संबंध होता है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) कुटुमसर गुफा में चमगादड़, कीड़े–मकोड़े, घोंघे, गिजाई, मृत जीव–जन्तु और कानी मछरी पाए जाते हैं। इस जानकारी के आधार पर एक सही खाद्य श्रृंखला होगी–

   (अ) चमगादड़→गिजाई→कानी मछरी।

   (ब) मृत जीव–जन्तु→कानी मछरी→चमगादड़।

   (स) चमगादड़→मृत जीव–जन्तु→कानी मछरी।

(द) कीड़े–मकोड़े→चमगादड़→घोंघे।

(ii) प्रवासी जीव –

(अ) जीवनकाल एक ही जगह में बिताते हैं।
(ब) हर साल नई जगह पर रहते हैं।
(स) नियमित रूप से साल के कुछ महीने एक जगह और अन्य महीने अलग जगह बिताते हैं।
(द) अपने जीवनकाल में एक बार अपना प्राकृतवास बदलते हैं एवं पुनः स्थायी प्राकृतवास पर नहीं लौटते हैं।

(iii) प्रथम पोषण स्तर पर हम प्रायः किन्हें पाते हैं?

(अ) उत्पादकों को। (ब) प्राथमिक उपभोक्ताओं को।
(स) अपघटकों को। (द) द्वितीयक उपभोक्ताओं को।

2 अपनी पसंद के किसी जीव के प्राकृतवास के जैविक और अजैविक घटकों को उदाहरण सहित समझाएँ।

3. क्या होगा यदि आप किसी ऐसे टापू पर पहुँच जाएँ जहाँ आपके अतिरिक्त अन्य कोई भी सजीव घटक न हो? एक लेख लिखें।

4. यदि मनुष्यों को चाँद पर बसने के लिए भेजा जाए तो साथ में और क्या–क्या भेजना होगा? सूची बनाएँ।

5. एक खाद्य शृंखला बनाएँ जिसमें रीछ (भालू) शामिल हो। जिस खाद्य शृंखला में आपने रीछ (भालू) को शामिल किया है, इसे अन्य खाद्य शृंखलाओं के साथ जोड़कर खाद्य जाल बनाएँ।

परिशिष्ट

उत्तर अमेरिका के कुछ शोधकर्ताओं ने मैक्सिन टेट्रा नामक गुफा में रहने वाली मछलियों पर शोध किया है। गुफा में मछलियाँ कैसे पहुँची होंगी। इसके लिए शोधकर्ताओं ने यह परिकल्पना बनाई कि जब गुफा के पास बहने वाली नदियों में आई बाढ़ के पानी ने गुफा में प्रवेश किया होगा तभी इन मछलियों के पूर्वज भी गुफा के पानी में आ गए होंगे। इस प्रकार उनको नये वातावरण का सामना करना पड़ा होगा।

शोधकर्ताओं ने सबसे पहले गुफा व बाहर के पानी के तापमान, पी.एच. व घुलित ऑक्सीजन आदि में पाए जाने वाले अंतरों का पता करने का प्रयास किया। इन्होंने पाया कि सबसे बड़ा अंतर पानी के खारेपन का था। बाहर के पानी की तुलना में गुफा के पानी का खारापन काफी कम था। इसके आधार पर प्रयोगशाला में इन वैज्ञानिकों ने गुफा में पाए जाने वाले पानी एवं वातावरण जैसी परिस्थितियों का निर्माण किया। इसमें बाहर की मछलियों के भ्रूणों को पाला। इस नए वातावरण में पली मछलियों की आँखों के आकार में काफी विविधता दिखायी दी। कुछ मछलियों की आँखें बहुत ही बड़ी थीं और कुछ की बहुत ही छोटी। जब छोटी आँखों वाली मछलियों का अलग से प्रजनन कराया गया तो उन्होंने देखा कि ये छोटी आँखों वाला लक्षण उनकी संतान में भी था। ऐसा नहीं था कि मछलियों की आँखों के आकार में पहले कोई विविधता नहीं रही होगी। लेकिन एकदम अलग व नए वातारण में आने के कारण विविधता काफी अधिक दिखने लगी।

अध्याय–18

कचरा और उसका प्रबंधन

(Waste and its Management)

18.1 कचरे से अभिप्राय (Notion of waste)

दिन भर में हम जितने भी काम करते हैं, लगभग उन सभी से किसी न किसी प्रकार का कचरा उत्पन्न होता है। यह कचरा क्या–क्या हो सकता है? नीचे एक सारणी दी गई है। ऐसी ही सारणी अपनी कॉपी में बनाएँ व सूची को आगे बढ़ाएँ।

सारणी क्रमांक–1

क्र.सं.	घर से निकला कचरा
1.	सब्जियों तथा फलों के छिलके
2.	प्लास्टिक
3.	
4.	
5.	

अपनी सूची को ध्यान से देखें।

- इसमें से उन चीजों को छाँटें जिनका आप दोबारा उपयोग कर सकते हैं।
- क्या अभी भी कुछ चीज़ें ऐसी बची हैं जिनका उपयोग किसी और के द्वारा विभिन्न कार्यों में किया जा सकता है? इनको भी छाँटिए।

चित्र क्रमांक–1: कचरे के ढेर से छँटनी

आपने देखा कि जो चीज़ें हमारे लिए अनुपयोगी हैं, इनमें से कुछ चीज़ें किसी और के लिए उपयोगी हो सकती हैं। जैसे– पुराने समाचार–पत्र जो हमारे लिए कचरा है, किंतु यह कागज मिल के लिए एक कच्ची सामग्री है। वैसे ही प्लास्टिक का टूटा–फूटा सामान व गत्ते हमारे लिए कचरा है परंतु कबाड़ी के लिए आय का स्रोत है। अतः कचरे का सीधा संबंध वस्तु के उपयोगी या अनुपयोगी होने से जुड़ा होता है।

18.2 कितना कचरा–कैसा कचरा

दिन भर में हम कचरे की कितनी मात्रा निकालते हैं। आइए, इसका पता लगाएँ।

क्रियाकलाप–1

एक मध्यम आकार की बाल्टी लें। इसमें एक दिन के लिए अपने घर से निकलने वाले कचरे को इकट्ठा करें। यह मात्रा आपके परिवार द्वारा एक दिन में निकाले गए कचरे की मात्रा होगी। इस प्रकार आप अपने आसपास में रहने वाले लोगों तथा कॉलोनी/शहर/गाँव मे रहने वाले लोगों के द्वारा निकाले जाने वाले कचरे की लगभग मात्रा का अनुमान लगा सकते हैं।

- सोचिए कि अगर इतना कचरा रोज निकलकर एक जगह इकट्ठा हो तो क्या होगा?
- इससे कौन–कौन सी समस्याएँ उत्पन्न होंगी?
- इस कचरे व इससे जुड़ी समस्याओं का निपटारा कैसे किया जा सकता है?

अगर आप कुछ दिनों तक अपने घरों से निकलने वाले कचरे को देखें तो आप पाएँगे कि इसमें अधिकांश मात्रा सब्जियों व फलों के छिलकों और बची हुई खाद्य सामग्री की होती है।

- क्या यह कचरा लंबे समय तक ऐसे ही बना रहता है?

आपने भी अनुभव किया होगा कि इस प्रकार का कचरा थोड़े समय बाद सड़–गल जाता है। सड़ने–गलने की प्रक्रिया सूक्ष्मजीवों के कारण संपन्न होती है। इस प्रक्रिया में सूक्ष्मजीव इस कचरे में उपस्थित जटिल कार्बनिक पदार्थों को सरल पदार्थों में बदल देते हैं। यह प्रक्रिया अपघटन कहलाती है। इस प्रकार के कचरे को जैविक रूप से नष्ट होने वाला (जैव निम्नीकृत) कचरा कहते हैं।

घरेलू कचरे में बहुत सारे पदार्थ ऐसे होते हैं जो बहुत लंबे समय के बाद भी वैसे ही बने रहते हैं, जैसे– प्लास्टिक का सामान, पॉलीथिन, धातु, काँच, इलेक्ट्रॉनिक पदार्थ आदि। अतः वो कचरा जो जीवों द्वारा अपघटित नहीं हो सकता है उन्हें जैव अनिम्नीकृत कचरा कहते हैं।

- आपके विचार से इनका आगे क्या होता होगा?

सामान्य तौर पर हम इस कचरे को या तो किसी एक जगह पर फेंक देते हैं या फिर कबाड़ी को बेच देते हैं।

अभी तक हमने अपने घरों से निकलने वाले कचरे की ही बातें की हैं। घर के अलावा और भी स्थान हैं जहाँ से प्रतिदिन काफी मात्रा में कचरा निकलता है। इन स्थानों में औद्योगिक प्रतिष्ठान, चिकित्सालय, बाजार व शासकीय व अन्य संस्थान शामिल हैं।

चित्र क्रमांक–2 : कचरे का ढेर

- हमारे घरों से तो कबाड़ी कचरा ले जाता है पर इन संस्थानों से निकलने वाले कचरे का क्या होता होगा?
- घरों से इकट्ठे किए गए कचरे का कबाड़ी क्या करते होंगे?

H56TVN

18.3 कचरा प्रबंधन (Waste Management)

18.3.1 कंपोस्ट खाद के द्वारा (By composting)

हम देखते हैं कि हमारे घरों से निकलने वाले कचरे में जैविक रूप से नष्ट होने वाला कचरा लगभग 50 प्रतिशत तक या इससे अधिक होता है। क्यों न इसका प्रबंधन हम अपने घरेलू स्तर पर करें। अगर हमारे घर पर या आसपास कहीं भी जहाँ खाली जगह हो तो हम वहाँ पर इस कचरे को खाद में परिवर्तित कर सकते हैं। खाद बनाने के लिए एक गड्ढे में रसोई घरों से निकलने वाले कचरे (सड़े–गले फलों और सब्जियों व खाद्य सामग्री व पत्तियों) आदि को भर देते हैं। इसे ऊपर से मिट्टी से ढककर लगभग एक माह तक छोड़ देते हैं। गड्ढे में डाले गये कचरे पर जीवाणुओं की क्रिया के कारण कचरा खाद में बदल जाता है जिसे जैविक खाद (कंपोस्ट) कहते हैं।

इस तरह बनाई गई खाद में पौधों की वृद्धि के लिए आवश्यक नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, पोटैशियम जैसे पोषक तत्व उपस्थित होते हैं। यह मिट्टी की जल अवशोषण क्षमता में वृद्धि करती है।

केंचुओं की सहायता से भी पत्तियों, सड़े–गले फलों, सब्जियों और खाद्य सामग्री को कंपोस्ट में परिवर्तित किया जा सकता है।

क्या आप जानते हैं?

केंचुओं द्वारा कंपोस्ट बनाने की विधि– इस हेतु किसी छायादार स्थान को चुनकर इसमें निम्नलिखित तीन स्तर बनाये जाते हैं–

पहला स्तर – मिट्टी करीब 15 सेमी. मोटी परत

दूसरा स्तर – मिट्टी के ऊपर घास की करीब 10 सेमी. की परत

तीसरा स्तर – दूसरे स्तर के ऊपर गोबर की करीब 15 सेमी. मोटी परत

इन स्तरों के ऊपर जल का छिड़काव किया जाता है और इसमें उत्तम नस्ल के केंचुओं को छोड़ दिया जाता है। केंचुए धीरे–धीरे भीतर की ओर चले जाते हैं। इस ढेर को ऊपर से जूट की मोटी बोरी से ढक देते हैं। इस ढेर पर प्रतिदिन जल का छिड़काव करते हैं। लगभग 15 दिनों के बाद इस मिश्रण को फैला देते हैं।

इसी समय इस मिश्रण में जैव निम्नीकृत हो सकने वाले कचरे को मिला देते हैं तथा इसे पुनः जूट की बोरी से ढक दिया जाता है। इस पर 20–30 दिनों तक समय–समय पर जल का छिड़काव किया जाता है। 20–30 दिनों के बाद केंचुओं की सहायता से कंपोस्ट खाद तैयार हो जाती है। इसे वर्मी कंपोस्ट कहते हैं।

- क्या घरों से निकलने वाले सभी कचरे से कंपोस्ट खाद बनाई जा सकती है? क्यों या क्यों नहीं?

18.4 कचरा प्रबंधन के प्रयास (Effort made towords waste management)

18.4.1 एक शहर में कचरे का प्रबंधन

सूरत गुजरात राज्य का एक साफ सुथरा शहर है, जो भारत के सबसे स्वच्छ शहरों में से एक है। सन् 1994 में इस शहर में प्लेग फैला। प्लेग रोग के लिए उत्तरदायी जीवाणु (bacteria) संक्रमण के माध्यम से फैलते हैं और चूहे इन संक्रमित जीवाणुओं के वाहक होते हैं। सूरत शहर की गंदगी में पैदा हुए इन चूहों ने संक्रमित होकर लोगों के खाने–पीने की सामग्रियों को संक्रमित कर दिया। देखते ही देखते पूरा शहर प्लेग नामक बीमारी की चपेट में आ गया। लोगों ने इस महामारी के फैलने का सारा दोष नगरपालिका प्रशासन के ऊपर मढ़ दिया और कहा गया कि शहर में गंदगी के कारण ही इस रोग की भयावहता इतनी रही है। शहरी प्रशासन ने इसे स्वीकार किया तथा शहर से कचरे की सफाई हेतु कार्य योजना बनाई। इस योजना के तहत पूरे शहर को छः जोन में बाँटा गया तथा प्रत्येक जोन के लिए अलग–अलग आयुक्त नियुक्त किये गये। ठोस कचरा प्रबंधन विभाग तथा इससे जुड़े विभागों ने आम नागरिकों को कुछ कार्ड दिये। इन कार्डों में नागरिक अपने क्षेत्र की समस्या लिखकर विभाग को सौंप देते थे। इस समस्या पर 24 घंटे के अंदर कार्यवाही की जाती थी। कार्यवाही हो जाने के पश्चात ये कार्ड नागरिकों को वापस दे दिए जाते थे।

इसके अलावा प्रशासन द्वारा आम जनता पर कचरे फैलाने पर कुछ जुर्माना लगाने का प्रावधान भी रखा गया। दोबारा इस तरह की गलती करने पर लोगों को दुगुना जुर्माना देना पड़ता था। इन व्यवस्थाओं से मात्र 18 महीनों में ही पूरा शहर गंदगीमुक्त बन गया।

18.4.2 एक इलाके में कचरे का प्रबंधन

कर्नाटक के डोम्लूर नामक एक छोटे से कस्बे की तीन महिलाओं ने कचरा प्रबंधन की एक अलग प्रकार की मुहिम प्रारंभ की। इसके अंतर्गत ये अपने इलाके के घरों में जा–जाकर लोगों से घरेलू स्तर पर ही गीला व सूखा कचरा अलग–अलग करने को सुनिश्चित करती हैं। गीला कचरा इलाके के सफाईकर्मियों को सौंप दिया जाता है। सूखे कचरे को एक जगह एकत्रित कर लिया जाता है। हफ्ते में एक दिन सुनिश्चित कर इलाके के लोगों की मदद से सूखे कचरे के अलग–अलग समूह बनाए जाते हैं। कचरे के ये समूह संबंधित पुनःचक्रण इकाइयों तक पहुँचाए जाते हैं। इस मुहिम से जुड़े लोगों के अनुसार पहले उनके इलाके का सारा कचरा एक जगह फेंक दिया जाता था। परंतु इस मुहिम के बाद फेंके जाने वाले कचरे की मात्रा लगभग आधी रह गई है, जिसमें से अधिकांश भाग जैविक रूप से नष्ट होने वाले कचरे का ही है।

18.4.3 व्यक्तिगत स्तर पर कचरे का प्रबंधन

कचरे की समस्या केवल गंदगी साफ करके उसे ठिकाने लगाने की ही नहीं है। दरअसल यह दूसरी कई समस्याओं से भी जुड़ी है। उचित कचरा प्रबंधन व्यवस्था में इन सभी समस्याओं का भी समाधान छुपा हुआ होता है। इस बात का प्रमाण तमिलनाडु के वेल्लोर जिले के श्रीनिवास ने दिया। श्रीनिवास गणित में स्नातक करने के बाद रोजगार तलाश रहे थे, तब इनका ध्यान इलाके के बढ़ते कूड़े–करकट, बेरोजगारी और बंजर धरती की ओर गया। इन्होंने पंचायत एवं जिला प्रशासन से मिलकर पुराने बस स्टैंड के पास की कूड़े के ढेर वाली जगह कुछ समय के लिए माँग ली। श्रीनिवास ने कूड़े–करकट को 18 से 20 श्रेणियों में बाँटना शुरू किया। कचरे को इस प्रकार से समूहीकृत किया जिसमें कागज, गत्ता, लोहा, एल्यूमिनियम, प्लास्टिक आदि को छाँटा। छँटे हुए कचरे को कबाड़ी को बेच दिया। बाकी बचे गलने वाले कचरे को फिर से कई भागों में अलग किया गया। इसके बाद जानवर रखने शुरू किए।

श्रीनिवास इस कचरे में से खाने लायक सामान छाँटकर उन्हें जानवरों को खिलाने लगे। जानवरों को रखने से कचरे के निपटारे की समस्या का समाधान हुआ, साथ ही ज्यादा मात्रा में गोबर भी मिलने लगा। गोबर का कुछ भाग गोबर संयंत्र लगाकर उपयोग किया गया जिससे ईंधन की प्राप्ति होने लगी। सड़ा हुआ गोबर खाद के रूप में उपयोग किया जाने लगा। कुछ गोबर व ऐसा भोजन जिसे पशु नहीं खाते थे उनसे केंचुएँ वाली खाद बनाना शुरू किया गया।

वह कचरा जिसे केंचुएँ भी नहीं खाते थे, उसे खुले में सड़ने के लिए छोड़ दिया गया। इस प्रकार के कचरे सड़ने से कीड़े, मच्छर या अन्य जीव पैदा होने की संभावना रहती है। इस संभावना को देखते हुए उन्होंने मुर्गे, मेंढक

व छिपकली आदि की मदद ली। इन सभी प्रक्रियाओं से निकलने वाले गंदे पानी के लिए छोटा सा तालाब बनवाया जिसमें मछलियों एवं बतखों को पाला। उस पानी को ऑक्सीजनीकृत करके खेतों में उपयोग किया।

कुछ गोबर से उपले बनाए। इनकी राख का उपयोग साबुन बनाने में हुआ। नीबू व संतरे के छिलकों में उपले की राख मिलाकर हाथ धोने का साबुन बनाया गया।

इसी प्रकार अंडों के छिलकों को पीसकर पाउडर बना लेते। यह पाउडर मुख्यतः कैल्शियम कार्बोनेट का बना होता है जिसे पौधों की खाद के रूप में प्रयोग किया गया। इसके साथ ही हड्डियों का चूरा जिसमें कैल्शियम फास्फेट होता है, भी खाद बनाने में प्रयुक्त हुआ। कचरे में मिले बाल आदि को अलग कर व्यापारियों को बेचा गया।

उपर्युक्त कार्यों से श्रीनिवास ने जैव निम्नीकृत हो सकने वाले कचरे के अधिकांश हिस्से का पुनः उपयोग कर वेल्लोर जैसे नगर को पूर्ण रूप से कचरामुक्त बना दिया। यह कार्य केवल एक शहर में ही नही वरन् 4 जिलों के 40 गाँवों में चल रहा है। इसके और जिलों में फैल जाने की उम्मीद है।

- उपर्युक्त तीनों प्रयासों में से कौनसा प्रयास आपको सबसे अच्छा लगा और क्यों?
- आप अपने इलाके में कचरे का प्रबंधन करने के लिए इनमें से क्या–क्या प्रयास कर सकते हैं?

18.4.4 कचरा प्रबंधन–हमारी पहल

उपर्युक्त उदाहरणों में हमने देखा कि कचरा एकत्रित होने के बाद अलग–अलग प्रकार से उसका प्रबंधन कैसे किया जाता है। यदि हम इस दिशा में प्रयास करें कि ज्यादा मात्रा में कचरा एकत्रित ही न हो तो इस समस्या से निपटने में और अधिक मदद मिल सकती है।

- क्या हम कचरे को कम करने में अपना योगदान दे सकते हैं?

आइए, हम ऐसे पदार्थों की सूची बनाते हैं जिनको हम एक बार उपयोग कर फेंक देते हैं जबकि इसके स्थान पर हम स्थाई रूप से या लंबे समय तक चलने वाले सामानों का प्रयोग कर सकते हैं।

सारणी क्रमांक–2

एक बार उपयोग करने वाले सामान	स्थाई रूप से उपयोग किए जाने वाले सामान
प्लास्टिक कप	स्टील या काँच के कप

स्वयं द्वारा सुझाए गए विभिन्न विकल्पों में से किन्हीं चार–पाँच विकल्पों को अपनाकर आप भी कचरा प्रबंधन की दिशा में एक सार्थक पहल कर सकते हैं।

चार 'R' से कचरा प्रबंधन

- Reduce– कचरे को उसके प्रथम स्रोत पर ही कम करें। उदाहरण के लिए अपनी कॉपी के प्रत्येक पन्ने का उपयोग हो, यह सुनिश्चित करें। अपनी किताब को संभालकर रखें और अगले साल अन्य बच्चों को पढ़ने के लिए दें।
- Refuse– उदाहरण के लिए प्लास्टिक थैलियों के उपयोग को अस्वीकार करें।
- Reuse– उदाहरण के लिए प्लास्टिक, काँच की बोतलों और अन्य सामग्रियों को अलग–अलग कामों में पुनः उपयोग करें।
- Recycle– उदाहरण के लिए रसोई घरों से निकलने वाली हरी सब्जियों तथा फलों के छिलकों को पशुओं को खिलाने में उपयोग करें। हम सभी इन चार R को अपनाकर कचरे को कम करने में अपना महत्त्वपूर्ण योगदान दे सकते हैं। जिससे कचरे की कम मात्रा लैंडफिल या भू–भरण में जाए। इस तरह पर्यावरण और भूमिगत जल स्रोतों को दूषित होने से भी बचाया जा सकता है।

हमने सीखा

- कचरे को वस्तुओं के उपयोग या अनुपयोग से परिभाषित करते हैं।
- कचरे को समूह में बाँटने पर उसका निपटान करने में सुविधा हो जाती है।
- जो कचरा जीवों द्वारा अपघटित हो जाता है उसे जैव निम्नीकृत कचरा तथा जो अपघटित नहीं हो पाता है उसे जैव अनिम्नीकृत कचरा कहते हैं।
- घरेलू कचरे का अधिकांश भाग जैव निम्नीकृत हो सकता है।
- घरेलू कचरे का कुछ भाग पुनःचक्रण योग्य होता है।
- कचरे का प्रबंधन घरेलू स्तर पर ही अति आवश्यक है।
- जैव निम्नीकृत कचरे से बनी जैविक खाद कृषि के लिए बहुत उपयोगी है।
- कचरे की समस्या से निपटने के लिए हमें मुख्य रूप से चार R का उपयोग करना चाहिए–

  R – Refuse, R - Reduce, R - Reuse, R – Recycle

मुख्य शब्द (Keywords)

जैव निम्नीकृत (biodegredable), जैव अनिम्नीकृत (non-biodegredable), जैविक खाद या कंपोस्ट (bio-fertilizer), पुनःचक्रण (recycle), भू–भरण (landfills), अपघटन (decomposition)

अभ्यास प्रश्न

H5FPXB

1. सही विकल्प चुनें–

   (i) निम्न लिखित में से कचरा पृथक्करण का सबसे अच्छा स्तर कौन सा है?

   (अ) स्रोत पर (ब) सामुदायिक भंडारण स्थल पर

   (स) लैंडफिल्स पर (द) पृथक्करण की आवश्यकता नहीं है

   (ii) सूक्ष्मजीवों के प्रयोग से किन पदार्थों का अपघटन किया जा सकता है?

   (अ) धातु से बने पदार्थ (ब) जैव निम्नीकृत पदार्थ

   (स) इलेक्ट्रॉनिक पदार्थ (द) जैव भार

   (iii) कंपोस्ट खाद बनाने में भूमिका निभाने वाला जीव है–

   (अ) केंचुआ (ब) मेंढक (स) छिपकली (द) मुर्गे

2. कचरा किसे कहते हैं?
3. अपघटन की प्रक्रिया के बारे में बताएँ।
4. कचरे का पृथक्करण स्रोत पर ही करना चाहिए। क्यों?
5. कचरों के जमाव से होने वाली किन्हीं तीन समस्याओं के बारे में लिखें।
6. पुनःचक्रण को परिभाषित करें। इससे होने वाले लाभों को समझाएँ।
7. कंपोस्ट बनाने के लिए किन–किन पदार्थों की आवश्यकता होती है?
8. श्रीनिवास के वेल्लूर शहर की गंदगी को साफ करने वाले उदाहरण से कचरे के प्रबंधन की दिशा में आपने क्या–क्या सीखा?

उत्तरमाला

अध्याय–1 वर्गीकरण एवं उसके आधार

1.	(i) ब	(ii) द	(iii) द	
2.	(i) वर्गीकरण	(ii) मोनेरा	(iii) आर.एन. व्हिटेकर	

अध्याय–2 पदार्थ : प्रकृति एवं व्यवहार

1.	(i) ब	(ii) ब	(iii) अ	(iv) ब
	(v) ब	(vi) द		
4.	(i) एक प्रकार के	(ii) टिंडल प्रभाव	(iii) विलेय	(iv) निलंबन
	(v) विलयन			

अध्याय–3 परमाणु संरचना

1.	(i) स	(ii) ब	(iii) स	
2.	(i) समान	(ii) इलेक्ट्रॉन	(iii) समभारिक	

अध्याय–4 गति

1.	(i) ब	(ii) अ	(iii) ब	(iv) द
2.	(i) शून्य	(ii) विस्थापन	(iii) 20 m/s	(iv) शून्य

अध्याय–5 बल एवं गति के नियम

1.	(i) अ	(ii) स	(iii) द	(iv) स
2.	(i) बाह्य बल	(ii) शून्य	(iii) जड़त्व	(iv) दुगुना
	(v) सदिश			

अध्याय–6 जीवन की मौलिक इकाई–कोशिका

1.	(i) अ	(ii) अ	(iii) द	(iv) अ
	(v) ब			

अध्याय–7 बहुकोशिकीय संरचना–ऊतक

1. (i) ब (ii) स (iii) द
2. (i) संवहन / जाइलम (ii) उपकला (iii) पेशीय व संयोजी

अध्याय–8 रासायनिक आबंधन

1. (i) ब (ii) ब (iii) स (iv) स
   (v) ब
2. (i) त्याग, निऑन (ii) तीन (iii) आठ, दो (iv) सहसंयोजक, वैद्युत संयोजक,
   (v) विलेय, अविलेय

अध्याय–9 रासायनिक सूत्र और मोल संकल्पना

1. (i) अ (ii) अ (iii) स (iv) अ
   (v) ब
2. (i) आयनिक (ii) 342 (iii) 2 (iv) 6.022×10^{23}
   (v) 18
3. (i) 6.022×10^{23} (ii) SO_4^{2-} (iii) Mg^{2+} (iv) 14 ग्राम
   (v) 2 मोल

अध्याय–10 रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

1. (i) स (ii) स (iii) ब (iv) द
2. (i) अभिकारक, उत्पाद (ii) अपघटन (iii) दिशा (iv) ऊष्माशोषी

अध्याय–11 गुरुत्वाकर्षण

1. (i) स (ii) स (iii) अ (iv) अ
   (v) अ
2. (i) 98 N (ii) $v^2 = 2gh$ (iii) $6.67 \times 10^{-11} Nm^2/kg^2$ (iv) m/s^2
   (v) एक समान (यदि वायु में घर्षण बल नगण्य हो तो)

अध्याय—12 कार्य एवं ऊर्जा

1.	(i) ब	(ii) अ	(iii) द	(iv) ब
2.	(i) जूल	(ii) 36×10^5 J	(iii) नियत	(iv) ऋणात्मक
	(v) ½ mgh			

अध्याय—13 हमारा स्वास्थ्य

1.	(i) द	(ii) अ	(iii) द

अध्याय—14 ध्वनि

1.	(i) ब	(ii) ब	(iii) द	(iv) ब
	(v) द	(vi) ब		
2.	(i) 20Hz से 20 kHz	(ii) मीटर	(iii) तरंगदैर्ध्य	(iv) माध्यम

अध्याय—15 हाइड्रोकार्बन

1.	(i) ऐल्केन	(ii) श्रृंखलन	(iii) समावयवी	(iv) श्रृंखला समावयवी
	(v) स्थान समावयवता		(vi) सजातीय श्रेणी	
2.	(i) स्थान	(ii) अधिक	(iii) तीन	(iv) आठ
	(v) ऐल्केन			

अध्याय—16 कोयला, पेट्रोलियम एवं पेट्रोरसायन

1.	(i) स	(ii) द	(iii) द	(iv) 3
2.	(i) जीवाश्म	(ii) पीट, ऐन्थ्रासाइट	(iii) पीट	(iv) क्वथनांक
	(v) पेट्रा, ओलियम			

अध्याय—17 प्राकृतवास

1.	(i) ब	(ii) स	(iii) अ

अध्याय—18 कचरा और उसका प्रबंधन

1.	(i) अ	(ii) ब	(iii) अ

प्रायोगिक परीक्षा योजना

(कक्षा–9)

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.	पत्ती की कोशिकाओं का अवलोकन करना।
2.	मनुष्य के गाल की कोशिकाओं का अवलोकन करना।
3.	तने की आड़ी व खड़ी काट में कोशिकाओं की व्यवस्था व कार्यों का अवलोकन करना।
4.	पादप ऊतक–पैरेन्काइमा का अवलोकन करना।

रसायन विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	स्टार्च / गोंद / दूध का कोलाइड तैयार कर टिंडल प्रभाव द्वारा कोलाइड बनने की जाँच करना।
2.	कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन और आयरन (लोहे की कील, आलपिन) की सहायता से विस्थापन अभिक्रिया का अध्ययन करना।
3.	सोडियम सल्फेट तथा बेरियम क्लोराइड की क्रिया द्वारा द्विविस्थापन अभिक्रिया का अध्ययन करना।
4.	अनबुझे चूने तथा जल की अभिक्रिया द्वारा संयोजन तथा ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया का अध्ययन करना।

भौतिक विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	वर्नियर कैलिपर्स की सहायता से खोखले बेलन की लंबाई / आंतरिक या बाहरी व्यास / गहराई ज्ञात करना।
2.	स्क्रूगेज की सहायता से तार का व्यास ज्ञात करना।
3.	सरल लोलक की सहायता से लंबाई के सापेक्ष आवर्तकाल में परिवर्तन का अध्ययन कर $L\text{-}T^2$ के मध्य ग्राफ खींचना।
4.	गति के आँकड़ों से स्थिति–समय ग्राफ खींचने व गति के प्रकार का अध्ययन करना।

प्रायोगिक कार्य

जीव विज्ञान

जीवन की मौलिक इकाई : कोशिका

उद्देश्य : पत्ती की कोशिकाओं का अवलोकन

आवश्यक सामग्री : पत्ती–रियो /ब्रायोफिलम/अन्य, स्लाइड, कवर स्लिप, लाल स्याही, सूक्ष्मदर्शी।

विधि : रियो की पत्ती लें। इसे एक झटके से दो टुकड़ों में फाड़ें। फटे हुए टुकड़ों को प्रकाश स्रोत के सामने रखकर देखें। आपको फटे हुए किनारों पर जामुनी सतह की परत दिखाई देगी। इस परत का छोटा सा टुकड़ा स्लाइड पर लें। इस पर पानी की एक बूँद डालकर कवर स्लिप लगाएँ। सूक्ष्मदर्शी के निम्न आवर्धन में इसका अवलोकन करें। आपको जो दिखाई दिया उसका हूबहू चित्र बनाएँ। अब इस परत को उच्च आवर्धन में देखें। आपको जो कुछ भी अलग या नया दिखाई दिया हो उसे अपने द्वारा बनाए गए चित्र में जोड़ें।

प्रश्न :

1. अध्याय–6 ''जीवन की मौलिक इकाई : कोशिका'' में दिए गए चित्र क्रमांक–2 की सहायता से अपने द्वारा बनाए गए चित्र को नामांकित करें।
2. इस चित्र में कोशिकाओं की संरचना व व्यवस्था के बारे में लिखें। इस हेतु आप निम्नलिखित बिंदुओं का ध्यान रख सकते हैं– कोशिकाओं की आकृति, अंतर्कोशिकीय अवकाश की उपस्थिति या अनुपस्थिति, केंद्रक की उपस्थिति या अनुपस्थिति, क्लोरोप्लास्ट की उपस्थिति या अनुपस्थिति, अन्य संरचनाएँ।

निर्देश : यह क्रियाकलाप आप रियो के अलावा अन्य पत्तियों के साथ भी कर सकते हैं परंतु माँसल पत्ती रहने पर आसानी रहेगी। इस स्थिति में स्पष्ट अवलोकन के लिए आप लाल स्याही/आलता/सेफ्रेनिन से अभिरंजित करें।

सावधानी :

1. कवर स्लिप लगाते समय हवा के बुलबुले न आएँ।
2. पत्ती की सतह को अधिक अभिरंजित होने से बचाने के लिए अभिरंजित करने के बाद अतिरिक्त अभिरंजक जल से धोकर कर हटा लें।

जीवन की मौलिक इकाई : कोशिका

उद्देश्य : गाल की कोशिकाओं का अवलोकन करना।

आवश्यक सामग्री : स्लाइड, कवर स्लिप, आइस्क्रीम की चम्मच, लाल स्याही/आलता/सेफ्रेनिन, सूक्ष्मदर्शी।

विधि : आइस्क्रीम की चम्मच से गाल को हल्के से खुरच कर गाल की आंतरिक सतह की खुरचन निकालें। इसे स्लाइड पर रखें। लाल स्याही/सेफ्रेनिन/आलता की एक बूँद डालकर

अभिरंजित करें। अब इसे कवर स्लिप से ढक दें। ध्यान रहे, हवा के बुलबुले कवर स्लिप में न जाने पाएँ। अब स्लाइड को निम्न आवर्धन क्षमता में देखें। जो कुछ दिखाई दे रहा है उसका चित्र बनाकर नामांकित करें। इसके लिए अध्याय–6 ''जीवन की मौलिक इकाई–कोशिका'' में दिए गए चित्र क्रमांक–3 की सहायता लें।

प्रश्न : गाल की कोशिकाओं और पत्ती की कोशिकाओं में पायी जाने वाली समानताओं और असमानताओं को नोट करें।

बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक

उद्देश्य : तने की आड़ी व खड़ी काट में कोशिकाओं की व्यवस्था व कार्यों का अवलोकन।

आवश्यक सामग्री : कोमल तने वाला पौधा (जिमीकंद/सदाबहार/मनीप्लांट), एक काँच का गिलास, लाल स्याही, कटर/ब्लेड, हैंडलैंस।

विधि : चुने हुए पौधे की दो शाखाएँ लें। दोनों शाखाओं के तने से जुड़े भाग को ब्लेड या कटर की सहायता से समतल कर लें।

किसी एक शाखा की आड़ी व खड़ी काट का हैंडलैंस की सहायता से अवलोकन करें। दिखाई देने वाली कोशिकाओं की व्यवस्था को देखें। इसके लिए आप अध्याय–7 ''बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक'' के चित्र क्रमांक–1 अ व ब की मदद ले सकते हैं।

अब काँच के गिलास को तीन चौथाई पानी से भर लें। इसमें लाल स्याही की इतनी मात्रा मिला दें कि पानी गहरे लाल रंग का हो जाए। इस पानी में दूसरी शाखा को खड़ी कर लगभग दो घंटे के लिए सूर्य के प्रकाश में रख दें। दो घंटों के बाद इस शाखा के तने की आड़ी व खड़ी काट का अवलोकन करें। पहले व दूसरे अवलोकनों की तुलना करने पर आपको जो अंतर दिखाई दिए उनको लिखें।

लगभग दो घंटे बाद गिलास में डूबी हुई शाखा की पत्तियों के किनारों व शिराओं का अवलोकन करें। यह पता करें कि पानी का लाल रंग इन हिस्सों में दिखाई देता है या नहीं। इसी शाखा के तने की आड़ी व खड़ी काट का हैंडलैंस की सहायता से अवलोकन कर अन्य भागों तक पानी के पहुँचाए जाने वाले मार्ग को पहचानने का प्रयास करें। इस मार्ग को दर्शाते हुए तने की आड़ी व खड़ी काट का चित्र बनाएँ। (आड़ी व खड़ी काट के लिए पाठ में दिए गए ''आपकी मदद के लिए'' हिस्से की सहायता लें।)

बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक

उद्देश्य : पादप ऊतक–पैरेन्काइमा का अवलोकन।

आवश्यक सामग्री : केला, पेट्रीडिश/वॉच ग्लास, डिसेक्टिंग निडल, आयोडीन विलयन, स्लाइड, कवर स्लिप, सूक्ष्मदर्शी।

विधि : केले के नर्म भाग को पेट्रीडिश/वॉच ग्लास में लेकर निडल की सहायता से मसलें। मसले हुए केले का थोड़ा सा हिस्सा लेकर स्लाइड पर रखें। इस पर आयोडीन विलयन की कुछ बूँदें डालकर कवर स्लिप लगाएँ। ध्यान रहे हवा के बुलबुले कवर स्लिप में न जाने पाएँ। अब स्लाइड को देखें, जैसा दिखाई दे रहा है उसका चित्र बनाकर नामांकित करें। इसके लिए अध्याय–7 ''बहुकोशिकीय संरचना : ऊतक'' की सहायता लें।

प्रश्न : कोशिकाओं की संरचना और व्यवस्था कैसी है? इसके लिए आप इन बिंदुओं पर ध्यान केंद्रित कर सकते हैं– कोशिकाओं की आकृति, अन्तर्कोशिकीय अवकाश की उपस्थिति/अनुपस्थिति, केंद्रक की उपस्थिति/अनुपस्थिति।

सावधानियाँ :

1. यदि स्लाइड पर आयोडीन विलयन की अतिरिक्त मात्रा हो तो उसे पानी की कुछ बूँदों से इसे धोकर हटा दें।
2. सूक्ष्मदर्शी की निम्न व उच्च आवर्धन क्षमता में स्लाइड का अवलोकन करें।

नोट : इस प्रयोग को आप केले के छिलके से भी कर सकते हैं।

H5YH1L

रसायन विज्ञान

पदार्थ : प्रकृति एवं व्यवहार

उद्देश्य : स्टार्च/गोंद/दूध का कोलाइड तैयार कर टिंडल प्रभाव द्वारा कोलाइड बनने की जाँच करना।

आवश्यक सामग्रीः बीकर (250 mL), परखनली, काँच की छड़, बर्नर, त्रिपाद स्टैण्ड, तार की जाली, ड्रॉपर, लेज़र टॉर्च, स्टार्च पाउडर/गोंद/दूध तथा पानी।

सिद्धांत : कोलाइड में विलेय कणों का आकार इतना छोटा होता है कि उन्हें आँखों से नहीं देखा जा सकता। ये कण तली पर भी नहीं बैठते तथा इन्हें छानकर अलग नहीं किया जा सकता। कोलाइड के ये कण प्रकाश की किरण को फैला देते हैं जिसके कारण प्रकाश किरण का मार्ग दिखाई देता है। यह प्रभाव टिंडल प्रभाव कहलाता है। यह प्रभाव विलयन द्वारा प्रदर्शित नहीं किया जाता है।

प्रयोग विधि : एक परखनली को जल से आधा भर लें तथा उसमें 0.5 g स्टार्च पाउडर मिलाकर पेस्ट बना लें। एक अन्य बीकर में 100 mL जल लेकर उसे उबालें। परखनली के पेस्ट की दो–चार बूँदें धीरे–धीरे बीकर में मिलाएँ और काँच की छड़ की सहायता से हिलाते जाएँ। इस मिश्रण को 5 मिनट तक उबालें तथा धीरे–धीरे ठण्डा करें।

इस प्रकार बने मिश्रण पर लेज़र टॉर्च से प्रकाश डालें। प्रकाश किरण के मार्ग की लम्बवत् दिशा से टिंडल प्रभाव को देखकर बने मिश्रण की कोलाइडल प्रकृति के संबंध में निष्कर्ष निकालें।

निष्कर्ष : मिश्रण की प्रकृति तथा उसका कारण लिखें।

सावधानियाँ :

1. उपकरण साफ होने चाहिए।
2. बीकर के जल में पेस्ट को डालते समय उसे लगातार काँच की छड़ से हिलाते रहना चाहिए।
3. कोलाइड को धीरे–धीरे ठण्डा करना चाहिए।
4. टिंडल प्रभाव को प्रकाश किरण के मार्ग की लम्बवत् दिशा से देखना चाहिए।

गोंद का कोलाइड तैयार करना :

गोंद का कोलाइड बनाने के लिए ठोस गोंद को बारीक पीस लें। इसके पश्चात् बीकर में 100 mL जल लेकर उसमें 2 ग्राम गोंद चूर्ण मिलाएँ तथा काँच की छड़ से लगातार हिलाते जाएँ। इसे एक–दो बार हल्का गर्म करें। इस मिश्रण को ठंडा कर लेज़र टॉर्च से प्रकाश डालकर टिंडल प्रभाव को देखें।

नोट : ठोस गोंद के स्थान पर द्रव गोंद की 15–20 बूँदें डालकर भी यह प्रयोग किया जा सकता है।

सावधानियाँ : पूर्व में दर्शाई गई सावधानियों के अतिरिक्त निम्नलिखित सावधानियाँ भी रखें।

1. गोंद को चूर्ण रूप में या द्रव रूप में लें।
2. कोलाइड को हल्का गर्म कर ठंडा होने के पश्चात ही टिंडल प्रभाव की जाँच करें।

दूध का कोलाइड तैयार करना :

दूध का कोलाइड बनाने के लिए एक बीकर में 100 mL जल लें। उसमें तीन या चार बूँदें दूध की डालकर काँच की छड़ से हिलाएँ। इस मिश्रण पर लेज़र टॉर्च से प्रकाश डालकर टिंडल प्रभाव को देखें।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

उद्देश्य : कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन और आयरन (लोहे की कील, आलपिन) की सहायता से विस्थापन अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री: परखनलियाँ, लोहे की तीन कीलें या आलपिन, रेतमाल पेपर, धागा, परखनली स्टैंड, कॉपर सल्फेट, जल।

सिद्धांत : ऐसी अभिक्रिया जिसमें एक तत्व, दूसरे तत्व को उसके किसी यौगिक के जलीय विलयन से विस्थापित करता है, विस्थापन अभिक्रिया कहते हैं।

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$

इस अभिक्रिया में आयरन ने कॉपर को कॉपर सल्फेट के जलीय विलयन से विस्थापित कर उसका स्थान स्वयं ले लिया है, अतः यह विस्थापन अभिक्रिया है।

प्रयोग विधि : लोहे की तीन कीलें या आलपिन लें, उन्हें रेतमाल पेपर से रगड़कर साफ करें। अब परखनलियों को 'क' और 'ख' चिन्हित करें। प्रत्येक परखनली में 10 mL कॉपर सल्फेट का विलयन लें। दो कीलों को धागे से बाँधकर सावधानीपूर्वक परखनली 'ख' के कॉपर सल्फेट विलयन में लगभग 30 मिनट तक डुबाकर रखें। तुलना करने के लिए एक कील को अलग

से बाहर रखें। 30 मिनट पश्चात् दोनों कीलों को कॉपर सल्फेट के विलयन से बाहर निकाल लें। परखनली 'क' और 'ख' में रखे कॉपर सल्फेट विलयन के रंग की तुलना करें। कॉपर सल्फेट के विलयन में डूबी कीलों के रंग की तुलना बाहर रखी कील से करें तथा प्राप्त अवलोकन को तालिका में नोट करें।

अवलोकन तालिका

क्रमांक		परखनली क तुलना हेतु ली गई कील	परखनली ख		निष्कर्ष
			प्रयोग के पूर्व	प्रयोग के पश्चात्	
1	कॉपर सल्फेट विलयन का रंग				
2	कील का रंग				

निष्कर्ष :

- लोहे की कीलों पर किस रंग के, किस पदार्थ की पर्त जमी लिखें।
- प्रयोग वाले कॉपर सल्फेट विलयन के रंग में क्या परिवर्तन हुआ तथा उसका कारण लिखें।
- यहाँ विस्थापन क्रिया में किस आयन द्वारा किस आयन का विस्थापन हुआ, उसे समीकरण सहित समझाकर लिखें।

सावधानियाँ :

1 उपकरण साफ व स्वच्छ होना चाहिए।

2 प्रयोग के पूर्व कीलों को रेतमाल पेपर से रगड़कर साफ कर लेना चाहिए।

3 कीलें कॉपर सल्फेट के विलयन में डूबी रहनी चाहिए।

4 कॉपर सल्फेट का विलयन संतृप्त या सांद्र नहीं होना चाहिए अन्यथा विलयन के रंग में परिवर्तन नहीं दिखाई देगा।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

उद्देश्य : सोडियम सल्फेट तथा बेरियम क्लोराइड की क्रिया द्वारा द्विविस्थापन क्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री: चार परखनलियाँ, ड्रॉपर, परखनली स्टैण्ड, बेरियम क्लोराइड, सोडियम सल्फेट, छन्ना पत्र।

सिद्धांत : ऐसी अभिक्रियाएँ जिनमें अभिकारकों के बीच आयनों का आदान–प्रदान होता है द्विविस्थापन क्रियाएँ कहलाती हैं तथा उनमें से एक विपरीत आयनों का युग्म विलयन से अलग हो जाता है।

सोडियम सल्फेट तथा बेरियम क्लोराइड के मध्य द्विविस्थापन की क्रिया होती है। दोनों विलयनों के आयनों के मध्य आयनों का आदान–प्रदान होता है। रासायनिक क्रिया निम्नानुसार होती है–

$$Na_2SO_4(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow 2NaCl\,(aq) + BaSO_4(s)$$

रंगहीन रंगहीन रंगहीन सफेद अवक्षेप

प्रयोग विधि : दो परखनलियों में क्रमशः सोडियम सल्फेट तथा बेरियम क्लोराइड का जल में विलयन तैयार करें। एक परखनली में एक चौथाई भाग सोडियम सल्फेट विलयन लें तथा इसमें ड्रॉपर की सहायता से बूँद–बूँद बेरियम क्लोराइड विलयन डालें। विलयन को लगातार हिलाएँ। बेरियम क्लोराइड विलयन तब तक डालें जब तक अवक्षेप प्राप्त हो। इस अवक्षेप को छानकर तीन भाग करें तथा उन्हें क्रमशः तनु HCl, तनु HNO_3 तथा तनु H_2SO_4 में घोलें तथा प्राप्त अवलोकन को तालिका में नोट करें।

अवलोकन तालिका

क्र.	प्रयोग	अवलोकन	निष्कर्ष
1.	सोडियम सल्फेट विलयन में बेरियम क्लोराइड विलयन डालने पर		
2.	सफेद अवक्षेप को क्रमशः तनु HCl, तनु HNO_3, तनु H_2SO_4 में घोलने पर		

निष्कर्ष :

1. सोडियम सल्फेट की बेरियम क्लोराइड विलयन से क्रिया द्वारा बने उत्पाद के नाम, रंग तथा अवस्था लिखें।
2. बेरियम सल्फेट के सफेद अवक्षेप की तनु HCl, HNO_3 तथा H_2SO_4 में विलेयता लिखें।
3. द्विविस्थापन की क्रिया को समीकरण सहित समझाकर लिखें।

सावधानियाँ :

1. परखनली में एक चौथाई भाग ही सोडियम सल्फेट विलयन लें।
2. बेरियम क्लोराइड को डालते समय विलयन को लगातार हिलाएँ।

रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण

उद्देश्य : अनबुझे चूने तथा जल की अभिक्रिया द्वारा संयोजन तथा ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : परखनलियाँ, 250 mL का बीकर (बोरोसिल), ड्रॉपर, सूखा अनबुझा चूना।

सिद्धांत : ऐसी अभिक्रिया जिसमें दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एक उत्पाद का निर्माण करते हैं, संयोजन अभिक्रिया कहलाती है। जिस अभिक्रिया में उत्पाद के साथ ऊष्मा का उत्सर्जन होता है, उसे ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया कहते हैं।

प्रयोग विधि : एक साफ व सूखा 250 mL का बीकर लें तथा इसमें 5 g अनबुझा चूना डालें तथा बीकर को स्पर्श कर देखें। एक ड्रॉपर में पानी लें तथा प्रति मिनट 5 mL पानी बीकर में डालें तथा होने वाली क्रिया का अवलोकन कर नोट करें। यह क्रिया लगभग 5 से अधिक बार दोहराएँ। प्रत्येक बार बीकर को बाहर से स्पर्श करें तथा तापमान परिवर्तन के अनुभव को तालिका में नोट करें। आधे घंटे बाद बने विलयन का अवलोकन कर उसे तालिका में लिखें।

अवलोकन तालिका

क्र.	प्रयोग	अवलोकन	निष्कर्ष
1.	बीकर में रखे अनबुझे चूने पर प्रथम बार 5 mL पानी डालने पर।		
2.	बीकर में रखे अनबुझे चूने पर अंतिम बार 5 mL पानी डालने पर		
3.	बीकर को क्रिया के पहले स्पर्श करने पर		
4.	बीकर को क्रिया के पश्चात् स्पर्श करने पर		
5.	आधे घंटे बाद विलयन का अवलोकन करने पर		

निष्कर्ष :

- उपरोक्त क्रिया का प्रकार तथा ऊष्मा निकलने के आधार पर यह किस प्रकार की क्रिया है, दोनों बातों का उल्लेख करें।
- उक्त क्रिया को समीकरण द्वारा दर्शाएँ।

सावधानियाँ :

1 उपकरण साफ व स्वच्छ होना चाहिए। प्रयोग हेतु बोरोसिल काँच के बने उपकरणों का प्रयोग करें।

2 जल सावधानीपूर्वक डालें।

3 अनबुझे चूने को सूखे या गीले हाथ से न छुएँ, हाथों में फफोले पड़ने का भय रहता है। अनबुझे चूने के टुकड़ों को चिमटी की सहायता से पकड़ें।

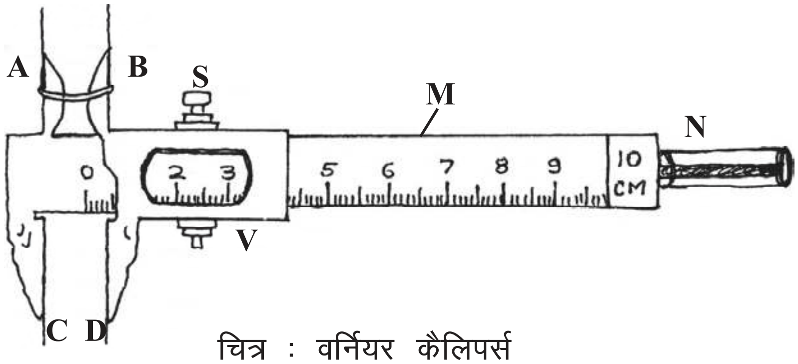
नोट : अनबुझा चूना, बाजार में पेंट की दुकान में एक ठोस पदार्थ के रूप में उपलब्ध रहता है। चूने के टुकड़ों (महीन चूर्ण को नहीं, क्योंकि वह बुझे चूने में बदल चुका रहता है) को किसी काँच के वायुरुद्ध बर्तन में रखें।

भौतिक विज्ञान

प्रयोगशाला में काम आने वाले कुछ महत्त्वपूर्ण उपकरण

वर्नियर कैलिपर्स

साधारणतः हम मीटर स्केल से 1 मि.मी. तक की लंबाई नाप सकते हैं। इससे सूक्ष्म लंबाइयों को मापने के लिए फ्रांस के वैज्ञानिक पियरे वर्नियर ने ''वर्नियर कैलिपर्स'' बनाया।



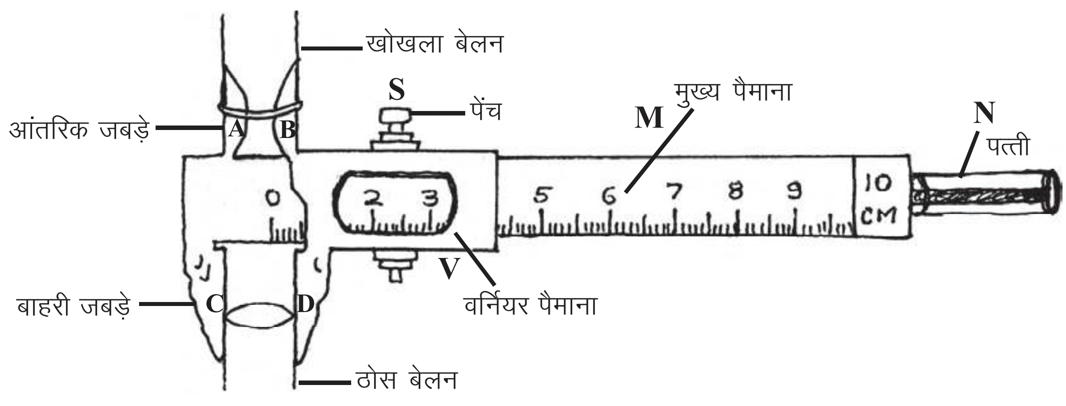
चित्र : वर्नियर कैलिपर्स

1. **रचना**– वर्नियर कैलिपर्स के मुख्य चार भाग होते हैं।

(i) **मुख्य स्केल** – वर्नियर कैलिपर्स स्टील का बना होता है, जिसके एक सिरे पर सेमी. या मिमी. में तथा दूसरे सिरे पर इंच स्केल बना होता है। इस स्केल को M से दर्शाया गया है।

(ii) **वर्नियर स्केल** – इस स्केल को एक पेंच की सहायता से मुख्य स्केल पर घुमाया जाता है तथा पाठ्यांक लेने के लिए मुख्य स्केल के किसी भी स्थान पर कसा जा सकता है। इस स्केल को V से दर्शाया गया है।

(iii) **जबड़ा** – वर्नियर कैलिपर्स में दो जबड़े होते हैं। जिनमें से AC स्थिर होता है तथा जबड़ा BD वर्नियर पैमाने के फ्रेम पर लगा रहता है। नीचे के बाहरी जबड़ों की सहायता से किसी वस्तु (छड़ अथवा बेलन) की लंबाई अथवा उसका बाह्य व्यास नाप सकते हैं तथा ऊपर के आंतरिक जबड़ों की सहायता से किसी खोखले बेलन का आंतरिक व्यास नाप सकते हैं। वर्नियर में लगी पत्ती N की सहायता से किसी बर्तन की गहराई नापी जा सकती है।



चित्र : वर्नियर कैलिपर्स (विभिन्न उपयोग)

(vi) **स्क्रू–** स्क्रू की सहायता से जबड़े को किसी भी दिशा में सरकाया जा सकता है। इसे S से दर्शाया गया है।

2\. **सिद्धांत** – किसी राशि का वह छोटे से छोटा मान जिसे कोई यंत्र यथार्थतापूर्वक नाप सकता है, यंत्र का अल्पतमांक कहलाता है। मुख्य पैमाने के एक भाग के मान तथा वर्नियर पैमाने के एक भाग मान में जो अंतर होता है, उसे वर्नियर स्थिरांक या अल्पतमांक कहते हैं, क्योंकि यही वह छोटी से छोटी लंबाई है जो इस यंत्र द्वारा नापी जा सकती है।

माना मुख्य स्केल के एक भाग का मान S इकाई है। माना वर्नियर के भाग का मान v है, तथा वर्नियर स्केल के n भाग मुख्य स्केल के (n–1) भाग के तुल्य है।

अर्थात् $(n-1)s = nv$

$$ns - s = nv$$

$$ns - nv = s$$

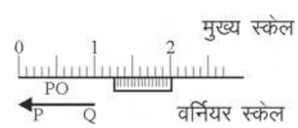
$$n(s-v) = s$$

$$s-v=\frac{s}{n}$$

$$s-v=\frac{s}{n}=\frac{\text{मुख्य स्केल के एक भाग का मान}}{\text{वर्नियर स्केल पर कुल भागों की संख्या}}$$

इसे वर्नियर कैलिपर्स का अल्पतमांक कहते हैं। वर्नियर स्केल का कुल पाठ्यांक वर्नियर के भागों की संख्या को अल्पतमांक से गुणा करके प्राप्त करते हैं। वर्नियर कैलिपर्स का कुल पाठ्यांक उसके मुख्य स्केल के पाठ्यांक तथा वर्नियर स्केल के पाठ्यांक के योग के तुल्य होता है।

मुख्य स्केल के एक भाग का मान $s = 1$ मिमी. तथा वर्नियर स्केल के कुल खानों की संख्या $n = 10$ है तो वर्नियर का अल्पतमांक $=\frac{s}{n}=\frac{1}{10}$ मिमी. = 0.1 मिमी. = 0.01 सेमी. होगा।



चित्र

यदि वर्नियर कैलिपर्स से किसी वस्तु का लंबाई PQ का मापन करना है तो उसे वर्नियर के नीचे के दोनों जबड़ों के बीच फंसा कर वर्नियर कैलिपर्स से पाठ्यांक निम्नानुसार ज्ञात करते हैं।

वर्नियर स्केल का पाँचवा भाग मुख्य स्केल के किसी भी भाग की सीध में हैं।

अतः वस्तु की लंबाई PQ = मुख्य स्केल का पाठ्यांक + वर्नियर के पाँचवें भाग का मान × अल्पतमांक

= 1.2 सेमी. + 5 × 0.01 सेमी.

= 1.2 सेमी. + 0.05 सेमी.

= 1.25 सेमी.

इस प्रकार दी गई वस्तु PQ की लंबाई 1.25 सेमी. है।

3. **शून्यांक त्रुटि–** वर्नियर कैलिपर्स के दोनों जबड़ों को मिलाने पर यदि वर्नियर स्केल का शून्य तथा मुख्य स्केल का शून्य आपस में नहीं मिलते हैं तो यंत्र में शून्यांक त्रुटि होती है। शून्यांक त्रुटि दो प्रकार की होती हैः

(i) धनात्मक शून्यांक त्रुटि, (iii) ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि

(i) धनात्मक शून्यांक त्रुटि– यदि दोनों जबड़ों को मिलाने पर वर्नियर स्केल का शून्य, मुख्य स्केल के शून्य के दायीं ओर होता है तो शून्यांक त्रुटि धनात्मक कहलाती है। इसे ज्ञात करने के लिए यह देखते हैं कि दोनों जबड़े मिलाने पर वर्नियर स्केल का शून्य, मुख्य स्केल के किस चिन्ह के सीध में हैं। फिर इस वर्नियर के भाग के मान में अल्पतमांक का गुण करके उसे कुल पाठ्यांक से चिन्ह सहित घटाते हैं।

शुद्ध पाठ्यांक = कुल पाठ्यांक – (शून्यांक त्रुटि)

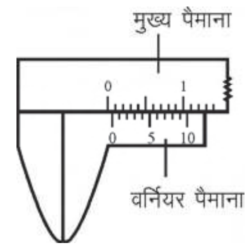
धनात्मक शून्यांक त्रुटि = 6 × 0.01 सेमी.

= 0.06 सेमी.

(यदि 1.25 सेमी. पूर्व पाठ्यांक हो तो)

शुद्ध पाठ्यांक = 1.25 – (+0.06)

= 1.19 सेमी.



चित्र : धनात्मक शून्यांक त्रुटि

(ii) ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि – यदि दोनों जबड़े मिलाने पर वर्नियर स्केल का शून्य मुख्य स्केल के शून्य के बायीं ओर होता है तो शून्यांक त्रुटि ऋणात्मक कहलाती है। इसे ज्ञात करने के लिए यह देखते हैं कि दोनों जबड़े मिलाने पर वर्नियर का कौन सा भाग, मुख्य पैमाने के किसी भाग की सीध में है। उस भाग की संख्या को अल्पतमांक से गुणा करके उसे चिन्ह सहित कुल पाठ्यांक से घटाते हैं। शून्यांक त्रुटि चिन्ह सहित घटाई जाती है।

शुद्ध पाठ्यांक = कुल पाठ्यांक – (शून्यांक त्रुटि)

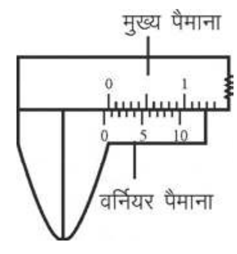
ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि = 7×0.01

= 0.07 सेमी.

यदि पूर्व पाठ्यांक 1.25 सेमी.

शुद्ध पाठ्यांक = 1.25 – (–0.07)

= 1.18 सेमी.



चित्र : ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि

4. वर्नियर पाठ ज्ञात करने के लिए यह देखते हैं कि वर्नियर पैमाने के शून्य से पहले मुख्य पैमाने का पाठ क्या है? फिर देखते हैं कि वर्नियर पैमाने का कौन–सा भाग मुख्य पैमाने के किस भाग से मिलता है? वर्नियर पैमाने का जो भाग मुख्य पैमाने के किसी भाग की सीध में मिलता है, उसमें वर्नियर के अल्पतमांक का गुणा करके वर्नियर पैमाने का पाठ ज्ञात कर लेते हैं।

चित्र

उपरोक्त चित्र (a) में मुख्य व वर्नियर पैमाने का शून्य मिल रहा है और वर्नियर पैमाने के 10 भाग, मुख्य पैमाने के 9 भाग के बराबर है तो उपरोक्त विधि से अल्पतमांक 0.1 मिमी या 0.01 सेमी. ज्ञात कर लिया। चित्र (b) में वर्नियर पैमाने का शून्य मुख्य पैमाने के 4 मिमी. खाने के नजदीक है तथा वर्नियर पैमाने का 4 या भाग, मुख्य पैमाने के किसी भाग की सीध में है अतः अंतर केवल चार भागों के बराबर है।

$\therefore$ 1 भाग के लिए अंतर = 0.1 मिमी.

$\therefore$ 4 भाग के लिए अंतर = 4×0.1 = 0.4 मिमी.

पूर्ण पाठ = मुख्य पैमाने की माप + वर्नियर पैमाने की माप

= 4 मिमी. + 0.4 मिमी. = 4.4 मिमी.

5. वर्नियर कैलिपर्स के निम्न उपयोग होते हैं–

(i) वर्नियर कैलिपर्स की सहायता से किसी वस्तु की लंबाई, चौड़ाई तथा मोटाई मापी जाती है।

(ii) किसी खोखले बेलन का आंतरिक तथा बाह्य व्यास ज्ञात कर सकते हैं।

(iii) किसी खोखले बेलन की गहराई मापने के लिए भी इसका उपयोग करते हैं।

स्क्रूगेज या पेंचमापी

हम जानते हैं कि वर्नियर कैलिपर्स से 0.01 सेमी. या 0.1 मिमी. तक की माप को यथार्थता से माप सकते हैं। लेकिन कभी–कभी हमें 0.001 सेमी. या 0.01 मिमी. माप को मापना पड़ता है। इसके लिए वर्नियर से भी अधिक सूक्ष्मग्राही यंत्र प्रयोग करते हैं जो पेंचमापी या स्क्रूगेज कहलाता है। यह स्क्रूगेज माइक्रोमीटर स्क्रू के सिद्धांत पर कार्यकरने वाला यंत्र है। इसकी सहायता से दशमलव के तीसरे स्थान तक शुद्ध माप ज्ञात कर सकते हैं। इसके द्वारा पतले तार की त्रिज्या ज्ञात की जाती है।

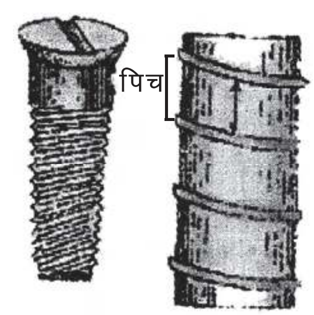
पेचमापी का सिद्धांत – जब किसी एकसमान चूड़ियों वाली ढिबरी में एक पेच को घुमाया जाता है तो इसकी नोंक एक सरल रेखा में आगे या पीछे खिसकती है, उसे पेंच की पिच या ''चूड़ी अंतराल'' कहते हैं। यह पेंच की दो पास–पास वाली चूड़ियों के बीच की दूरी है।

माना पेंच को एक पूरा चक्कर घूमाने में पेंच के सिरे द्वारा तय दूरी S है तो पेच का चूड़ी अंतराल S होगा। यदि पेंचगामी के वृत्तीय स्केल पर n भाग है तो–

$$\text{अल्पतमांक} = \frac{\text{पेंच की पिच (चूड़ी अंतराल)}}{\text{पेंच पर बने वृत्तीय स्केल भागों की संख्या}}$$

$$= \frac{S}{n}$$

साधारणतः स्क्रूगेज में चूड़ी अंतराल 1 मिमी. तथा वृत्तीय स्केल पर बने खानों की संख्या 100 होती है।



चित्र : चूड़ी अंतराल

अतः स्क्रूगेज का अल्पतमांक $= \frac{1}{100}$ मिमी. = 0.01 मिमी. या 0.001 सेमी.

पेंचमापी की रचना

पेंचमापी के मुख्यतः तीन भाग होते हैं–

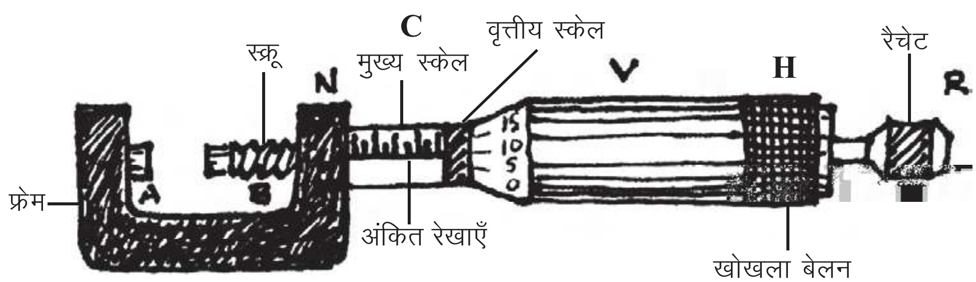
(i) U के आकार का धातु फ्रेम

(ii) पेंच तथा मुख्य स्केल

(iii) सिर स्केल या वृत्तीय स्केल

(i) **U के आकार का धातु फ्रेम–** इस यंत्र में U के आकार का धातु फ्रेम होता है जिसके एक सिरे पर धातु का स्थिर गुटका A लगा होता है जिसे स्टड कहते हैं। इस फ्रेम के दूसरी ओर सिरों पर ढिबरी होती है जिसकी अंदर की सतह पर समान दूरियों पर चूड़ी कटी होती है। ढिबरी के अंदर पेंच B इधर–उधर खिसकाया जा सकता है।

(ii) **मुख्य स्केल–** यइ इस यंत्र का मुख्य भाग है। इसे चित्र में C से दिखाया गया है। यह ढिबरी फ्रेम के दायीं ओर बढ़ती रहती है। यह बढ़ा हुआ भाग मुख्य स्केल कहलाता है। इस पर सेमी. तथा मिमी. में अंकित पैमाना होता है।



चित्र : स्क्रूगेज

(iii) **सिर स्केल या वृत्तीय स्केल–** पेंच को एक लंबे पेच शीर्ष द्वारा आगे–पीछे चलाया जा सकता है। इस शीर्ष पर बराबर–बराबर दूरी पर 100 चिन्ह बने होते हैं। इसे पेंचमापी का सिर स्केल या वृत्तीय स्केल कहते हैं।

आधुनिक पेंचमापी में रैचेट का प्रबंध भी होता है। यह चित्र में R से दर्शाया गया है। रैचेट की सहायता से ही पेंच या स्क्रू को घूमाया जाता है जब रैचेट को घुमाने पर चट की आवाज आए तो पेंच को नहीं घुमाना चाहिए।

संभावित त्रुटियाँ– पेंचमापी का प्रयोग करते समय निम्न त्रुटियाँ हो सकती हैं–

(i) पिच्छट त्रुटि (Back lash error)

(ii) शून्यांक त्रुटि (Zero error)

(i) **पिच्छट त्रुटि (Back lash error)** – हम जानते हैं कि पेंच का सिद्धांत है कि पेंच के आगे–पीछे चलने की रेखीय दूरी उसके शीर्ष के घुमाव के समानुपाती होती है। परंतु पेंचमापी को लगातार उपयोग लाने से

उसकी चूड़ियाँ, घर्षण आदि के कारण घिस जाती है। इससे पेंच ढिबरी में ढीला हो जाता है इस स्थिति में पेंच को एक दिशा में घुमाते–घुमाते यदि एकाएक दूसरी दिशा में घुमाने लगे तो सिर स्केल घूम जाता है, पेंच की नोंक आगे या पीछे नहीं चलती है। यह त्रुटि यंत्र की पिच्छट त्रुटि कहलाती है।

इसे दूर करने के लिए पेंच को एक ही दिशा में घुमाना चाहिए। यदि किसी कारण से पेंच को विपरीत दिशा में चलाना पड़े तो उसे अधिक घुमाकर पुनः उसी दिशा में चलाना चाहिए।

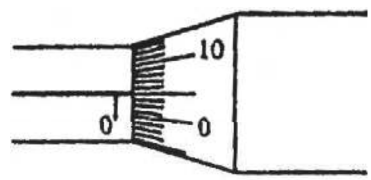
(ii) **शून्यांक त्रुटि** – यदि पेंच के सिरे को स्टड से स्पर्श कराने पर मुख्य पैमाने की आधार रेखा, सिर स्केल की शून्यांक रेखा की ठीक सीध में न होती हो तो यंत्र में शून्यांक त्रुटि होती है।

यह त्रुटि निम्न दो प्रकार की होती है।

(क) धनात्मक शून्यांक त्रुटि (Positive Zero error)

(ख) ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि (Negative Zero error)

(क) **धनात्मक शून्यांक त्रुटि (Positive Zero error)** – यदि पेंच के सिरे स्टड से स्पर्श कराने पर सिर स्केल का शून्य रेखा से नीचे रहता हो तो त्रुटि धनात्मक शून्यांक त्रुटि होती है। (चित्र)



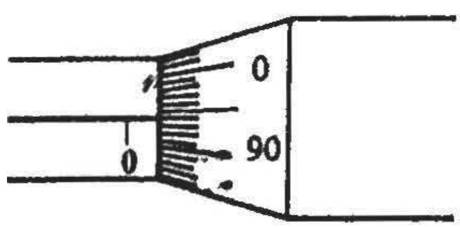
—धनात्मक शून्यांक त्रुटि

इसका मान ज्ञात करने के लिए यह देखते हैं कि वृत्तीय पैमाने का कौन सा चिन्ह मुख्य पैमाने के शून्य आधार रेखा के ठीक सीध में है। इस चिन्ह की संख्या को अल्पतमांक से गुणा करने पर धनात्मक शून्यांक त्रुटि का मान प्राप्त होता है। इस त्रुटि को प्रेक्षित पाठ्यांक में से घटा देते हैं।

(ख) **ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि (Negative Zero error)**– यदि पेंच स्टड से स्पर्श कराने पर सिर स्केल का शून्य मुख्य पैमाने की रेखा से ऊपर की दिशा में है तो त्रुटि ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि होती है।

इसका मान ज्ञात करने के लिए देखते हैं कि पैमाने की शून्य आधार रेखा के ठीक सीध में वृत्तीय पैमाने का कौन सा चिन्ह है। फिर इस चिन्ह संख्या को वृत्तीय स्केल की कुल चिन्ह संख्या में से घटाकर अल्पतमांक का गुणा करते हैं इस प्रकार प्राप्त मान ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि कहलाता है। चित्र में ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि प्रदर्शित है।

सदैव याद रखने की बात है कि शुद्ध पाठ प्राप्त करने के लिए प्रेक्षित पाठ में से शून्यांक त्रुटि को चिन्ह सहित घटाते हैं।



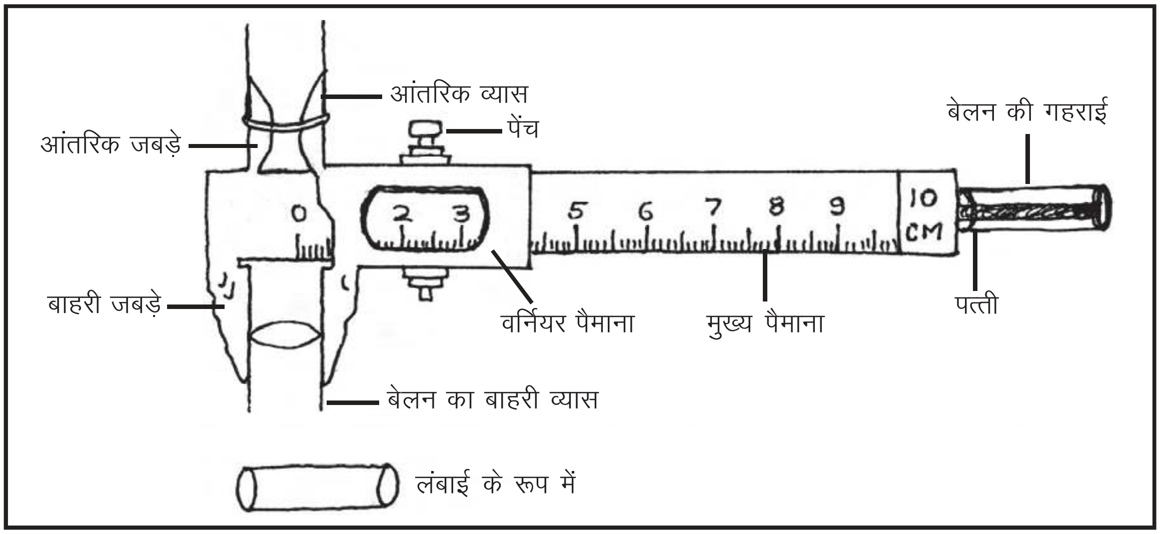
—ऋणात्मक शून्यांक त्रुटि

मापन

उद्देश्य : वर्नियर कैलिपर्स की सहायता से खोखले बेलन की लंबाई/आंतरिक या बाहरी व्यास/गहराई ज्ञात करना।

आवश्यक उपकरण: वर्नियर कैलिपर्स, खोखला बेलन।

नामांकित चित्र :



सैद्धांतिक सूत्र : वर्नियर कैलिपर्स का अल्पतमांक (L.C.)

$$\text{अल्पतमांक} = \frac{\text{मुख्य स्केल के एक भाग का मान}}{\text{वर्नियर स्केल पर कुल खानों की संख्या}}$$

प्रयोग विधि : वर्नियर कैलिपर्स की सहायता से लंबाई/व्यास/गहराई ज्ञात करने के लिए प्रयोग विधि सभी की एक समान होती है।

यदि बेलन खोखला हो तो उसकी आंतरिक एवं बाहरी व्यास चित्रानुसार बेलन को लगाकर पाठ्यांक लेते हैं।

बेलन की गहराई ज्ञात करने के लिए बेलन को चित्रानुसार (पीछे) लगाकर शुद्ध पाठ्यांक नोट करते हैं।

लंबाई/व्यास/गहराई की अवलोकन सारणियाँ एक समान होती हैं।

यहाँ वर्नियर कैलिपर्स की सहायता से बेलन की लंबाई की विधि समझाई गई है।

(i) सर्वप्रथम वर्नियर कैलिपर्स का अल्पतमांक ज्ञात करते हैं।

(ii) यदि उपकरण में शून्यांक त्रुटि है तो उसका प्रकार तथा मान ज्ञात करते हैं।

(iii) अब दिए गए बेलन को दोनों जबड़ों के बीच इस प्रकार रखते हैं कि उसकी लंबाई मुख्य पैमाने के समांतर हों।

(iv) इस स्थिति में पेंच को कसकर बेलन को दोनों जबड़ों में से निकाल लेते हैं।

(v) अब यह देखते हैं कि वर्नियर का शून्य मुख्य पैमाने के किस भाग के आगे है। यह मुख्य पैमाने का पाठ्यांक होगा।

(vi) तत्पश्चात् यह पता लगाते हैं कि वर्नियर पैमाने का कौन–सा चिन्ह मुख्य पैमाने के किस चिन्ह के साथ मिलता है। इस संख्या को अल्पतमांक से गुणा कर देते हैं। यही वर्नियर का पाठ्यांक होगा।

(vii) मुख्य पैमाने के पाठ्यांक में वर्नियर के पाठ्यांक को जोड़ देते हैं। यही बेलन की लंबाई होगी।

(viii) इस विधि को कई बार करते हैं और उनका मध्यमान निकालते हैं।

(ix) अन्त में इस पाठ्यांक से शून्यांक त्रुटि को चिन्ह सहित घटा देते हैं। यही बेलन की शुद्ध लंबाई होती है।

अवलोकन सारणी :

यंत्र का अल्पतमांक = ... सेमी.

शून्यांक त्रुटि के लिए प्रेक्षण सारणी

क्र.	मुख्य स्केल का पाठ	वर्नियर स्केल का पाठ		कुल पाठ
	(सेमी. में)	भागों की संख्या	भागों की संख्या × अल्पतमांक	(सेमी. में)
1.	....	....	...........×.............=..........	....
2.	....	....	...........×.............=..........	....
3.	....	....	...........×.............=..........	....
4.	....	....	...........×.............=..........	....
5.	....	....	...........×.............=..........	....

बेलन की लंबाई के लिए प्रेक्षण सारणी–

औसत शून्यांक त्रुटि = ± .... सेमी.

क्र.	मुख्य स्केल का पाठ	वर्नियर स्केल का पाठ		कुल पाठ
	(सेमी. में)	भागों की संख्या	भागों की संख्या × अल्पतमांक	(सेमी. में)
1.	....	....	..........×............=..........	....
2.	....	....	..........×............=..........	....
3.	....	....	..........×............=..........	....
4.	....	....	..........×............=..........	....
5.	....	....	..........×............=..........	....

औसत प्रेक्षित लंबाई = ± .... सेमी.

वास्तविक लंबाई = औसत प्रेक्षित लंबाई (± शून्यांक त्रुटि)

परिणाम : बेलन की अभीष्ठ लंबाई .... सेमी. (इसी प्रकार व्यास एवं गहराई के मान को ज्ञात करते हैं।)

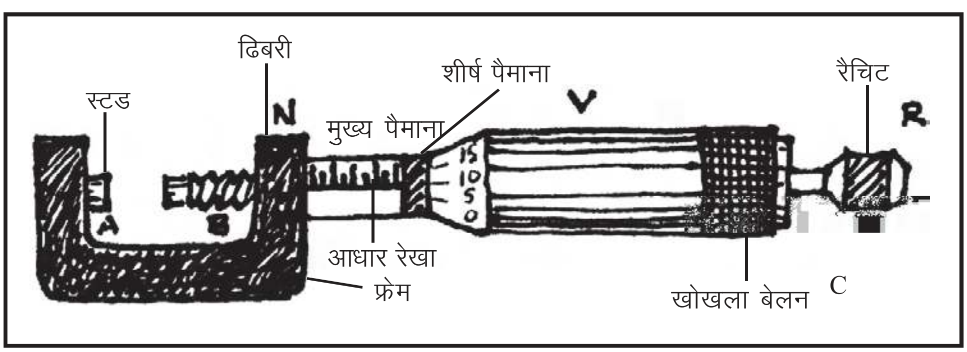
सावधानियाँ :
1. बेलन को जबड़ों के मध्य ठीक प्रकार कसना चाहिए।
2. प्रेक्षण बेलन के विभिन्न स्थानों पर से लेना चाहिए।
3. पाठ्यांक (प्रेक्षण) लेते समय दृष्टि स्केल पर लम्बवत् रखनी चाहिए।
4. शून्यांक त्रुटि ज्ञात कर अंत में उसे घटा/जोड़ देना चाहिए।

मापन

उद्देश्य : स्क्रूगेज की सहायता से तार का व्यास ज्ञात करना।

आवश्यक उपकरण: स्क्रूगेज, तार आदि।

नामांकित चित्र :



सिद्धांत/सूत्र : : स्क्रूगेज का अल्पतमांक = $\dfrac{\text{स्क्रूगेज का चूड़ी अन्तराल}}{\text{वृत्तीय पैमाने पर कुल खानों की संख्या}}$

$$= \frac{0.1}{100}$$

$= 0.001$ से.मी.

प्रयोग विधि : तार की त्रिज्या ज्ञात करने के लिए स्क्रूगेज का प्रयोग करने के पूर्व प्रथम शून्यांक त्रुटि ज्ञात करते हैं। शून्यांक त्रुटि निकालने के पश्चात् उपकरण का अल्पतमांक सूत्र की सहायता से निकालते हैं यह प्रायः .001 से.मी. होता है।

अब प्रायोगिक तार को स्क्रूगेज के पेंचों के बीच कसते हैं और टोपी को घुमाते हैं तथा मुख्य स्केल का पाठ्यांक नोट करते हैं।

वृत्तीय स्केल का पाठ्यांक सावधानीपूर्वक पढ़ते हैं (इसमें यह देखते हैं कि वृत्तीय स्केल का कौन सा भाग मुख्य पैमाने के सामने है।)

अवलोकन सारणी में मान रखकर तार का व्यास ज्ञात करते हैं। प्राप्त प्रेक्षित व्यास में शून्यांक त्रुटि घटाकर मान प्राप्त करते हैं।

नोट : व्यास के आधार पर त्रिज्या भी निकाली जा सकती है।

शून्यांक त्रुटि के लिए प्रेक्षण सारणी :

क्र.	मुख्य स्केल का मान	शीर्ष स्केल का मान		कुल पाठ
	(सेमी. में)	भागों की संख्या	भागों की संख्या × अल्पतमांक	(सेमी. में)
1.	....	....	...........×.............=..........	....
2.	....	....	...........×.............=..........	....
3.	....	....	...........×.............=..........	....

औसत शून्यांक त्रुटि ± .... सेमी.

तार के व्यास के लिए प्रेक्षण सारणी :

क्र.	मुख्य स्केल का मान	वृत्तीय स्केल का मान		कुल पाठ
	(सेमी. में)	भागों की संख्या	भागों की संख्या × अल्पतमांक	(सेमी. में)
1.	....	....	...........×.............=..........	....
2.	....	....	...........×.............=..........	....
3.	....	....	...........×.............=..........	....
4.	....	....	...........×.............=..........	....
5.	....	....	...........×.............=..........	....

तार का औसत व्यास = ... सेमी.

गणना : (i) तार का व्यास = प्रेक्षित व्यास – चिन्ह सहित शून्यांक त्रुटि

(ii) तार की त्रिज्या $= \frac{\text{तार का व्यास}}{2} =$ ....सेमी.

परिणाम : अतः दिए गए तार का व्यास .... सेमी. एवं त्रिज्या .... सेमी. प्राप्त हुई।

सावधानियाँ :
1. तार को पेंच के बीच अधिक कसकर नहीं रखना चाहिए।
2. पाठ्यांक तार के भिन्न–भिन्न स्थानों पर लेना चाहिए।
3. रेचिट का प्रयोग अवश्य करना चाहिए।
4. पेंच एक ही दिशा में घुमाना चाहिए।

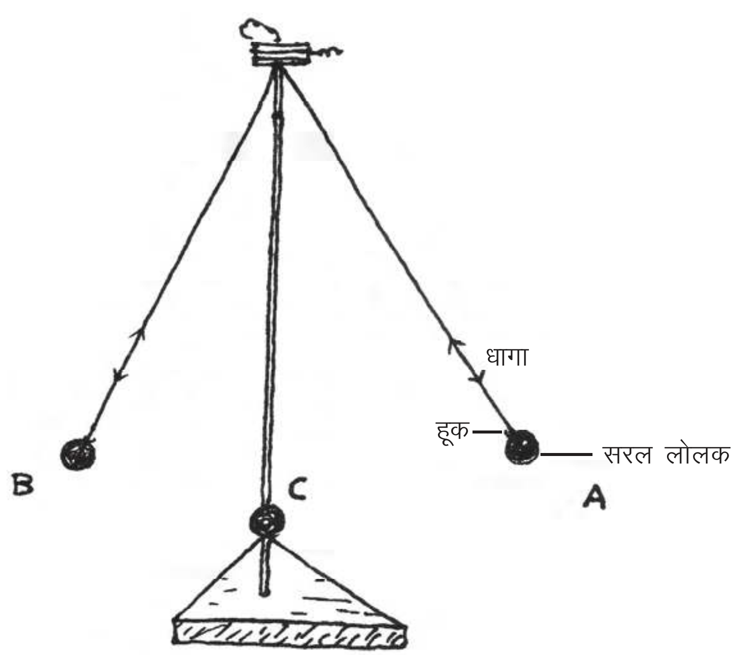
ध्वनि

उद्देश्य : सरल लोलक की सहायता से लंबाई के सापेक्ष आवर्तकाल में परिवर्तन का अध्ययन कर $L\text{-}T^2$ के मध्य ग्राफ खींचना।

आवश्यक उपकरण: सरल लोलक, धागा, वर्नियर कैलिपर्स, स्टॉप वॉच आदि।

सिद्धांत : अलग–अलग स्थानों पर गुरुत्वीय त्वरण का मान भिन्न होता है। यदि किसी स्थान पर गुरुत्वीय त्वरण g, उस स्थान पर सरल लोलक का आवर्तकाल T, लोलक की लंबाई जिसे प्रभावकारी लंबाई कहते हैं, यदि L हो तो सरल लोलक के नियम से आवर्तकाल, लंबाई के समानुपाती होता है। $T \alpha \sqrt{L}$

नामांकित चित्र :



प्रयोग विधि :
1. सर्वप्रथम वर्नियर कैलिपर्स की सहायता से सरल लोलक (गोलक) की त्रिज्या कर लेते हैं या पूर्व से निश्चित ज्ञात त्रिज्या वाला सरल लोलक प्रयोग में उपयोग करते हैं।
2. हुक की लंबाई स्केल की सहायता से ज्ञात कर लेते हैं।
3. धागे की लंबाई इस प्रकार लेते हैं कि उस लंबाई में गोले की त्रिज्या एवं हुक की लंबाई जोड़ने पर मान पूर्ण 10 के गुणक में प्राप्त हो। यह सुविधा को लिए करते है आवश्यक नहीं है।

   जैसेः– गोले की त्रिज्या + हुक की लंबाई + धागे की लंबाई

   = 1.2 + 1.4 + 77.4

   = 80 सेमी.

   इस लंबाई को कुल लंबाई या प्रभावकारी लंबाई कहते हैं।
4. इसी प्रकार धागे की लंबाई बढ़ाकर 80, 90, 100 .... सेमी. करते हैं।
5. अलग–अलग लंबाई लेकर 15–20 दोलन कराते हुए स्टॉप वॉच से समय नोट करते हैं।
6. अंत में लंबाई एवं आवर्तकाल के मध्य ग्राफ खींचा जाता है।

अवलोकन सारणी :

1. वर्नियर कैलिपर्स से गोले (लोलक) की त्रिज्या ज्ञात करना :

सारणी क्रमांक–1

क्र.	मुख्य स्केल का पाठ	शीर्ष स्केल का मान		व्यास कुल पाठ
	X	भागों की संख्या	भागों की संख्या × अल्पतमांक **(y)**	(सेमी. में)
1.				
2.				
3.				

व्यास में शून्यांक त्रुटि को घटा लेते हैं। औसत पाठ ....

$$\text{त्रिज्या} = \frac{\text{व्यास}}{2}$$

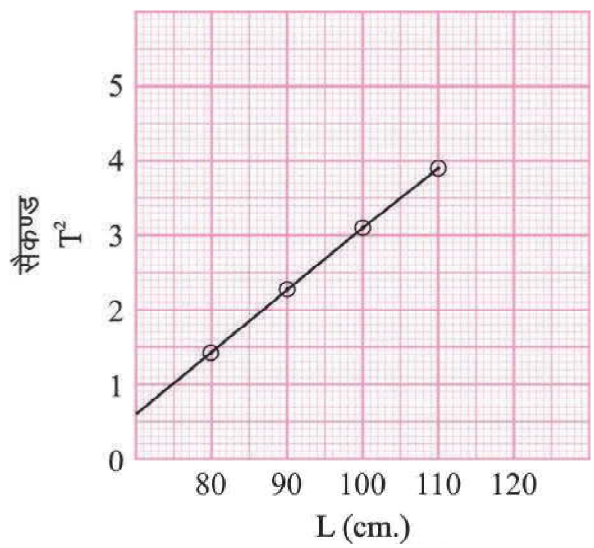
त्रिज्या = ... सेमी.

सारणी क्रमांक–2

क्र.	हुक की लंबाई (a)	गोले की त्रिज्या (b)	धागे की लंबाई (l)	कुल प्रभावकारी लम्बाई (a+b+l)	कुल समय	दोलनकाल (T) $= \frac{\text{कुल समय}}{\text{दोलनों की संख्या}}$	T^2
1.							
2.							

परिणाम : ग्राफ से स्पष्ट होता है कि $T \propto \sqrt{L}$ अर्थात् $T^2 \propto L$

आवर्तकाल का वर्ग, प्रभावकारी लंबाई के समानुपाती होता है और ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होती है।



सावधानियाँ :

1. वर्नियर कैलिपर्स स्टॉप वॉच का अल्पतमांक ज्ञात करना चाहिए साथ ही शून्यांक त्रुटि का भी संशोधन आवश्यक है।
2. सरल लोलक की गति सरल आवर्त गति होना चाहिए।
3. लोलक का विस्थापन 4^0 से 5^0 होना चाहिए।
4. सरल लोलक की गति में घर्षण का प्रभाव न्यून होना चाहिए।

गति

उद्देश्य : गति के आँकड़ों से दूरी समय ग्राफ खीचनें व गति के प्रकार का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : आँकड़े, (दूरी व समय के) ग्राफ पेपर, पेंसिल, स्केल आदि।

सिद्धांत : जब कोई वस्तु समान समय में असमान दूरी चलती है तो उसकी गति असमान गति कहलाती है । जब कोई वस्तु समान समय में समान दूरी तय करती है तो उसकी गति एक समान गति कहलाती है। एक समान गति का दूरी–समय ग्राफ एक सीधी सरल रेखा होती है।

प्रयोग विधि :
1. दिए हुए आंकड़ों के आधार पर दूरी व समय के लिए उचित पैमाना चुनें।
2. अब समय को ग्राफ पेपर के क्षैतिज अक्ष पर तथा दूरी को उर्ध्वाधर अक्ष पर रख कर ग्राफ खीचें।

अवलोकन :

समय	0	1	2	3	4	5	6	7
स्थिति	2	6	12	12	12	18	22	29

ग्राफ :

परिणाम : ग्राफ में रेखा AB व रेखा CD एक समान गति को तथा रेखा BC असमान गति को बताता है।

सावधानियाँ :
1. पैमाना का चयन उचित हो इसलिए सावधानी पूर्वक चयन करें।
2. समय को x अक्ष पर तथा दूरी को y अक्ष पर लेंगे।

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 ले कर भी प्रायोजना कार्य किया जा सकता है।

जीव विज्ञान

1. वर्गीकरण की प्रक्रिया को समझना।
2. रोगों के लक्षण/पुष्टिकरण/उपचार के विभिन्न तरीकों को समझना।
3. किसी एक पौधे के प्राकृतवास का अध्ययन करना।
4. जैव निम्नीकृत एवं जैव अनिम्नीकृत कचरे की पहचान करना।

रसायन विज्ञान

1. दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न मिश्रणों को सूचीबद्ध कर विलयन, कोलाइड व निलंबन में वर्गीकृत करना।
2. अपने आस–पास पाए जाने वाले तत्वों, यौगिकों एवं मिश्रणों को सूचीबद्ध करते हुए उनके दो–दो उपयोग लिखना।
3. दैनिक जीवन में उपयोग में लाई जाने वाली प्लास्टिक की वस्तुओं के पुनः चक्रण में प्लास्टिक कोड की भूमिका को समझना।
4. अपनी शाला के आस–पास रहने वाले अलग–अलग व्यवसाय से जुड़े पाँच व्यक्तियों से चर्चा करें कि पिछले पाँच वर्षों में उनका जीवाश्म ईंधन (कोयला, एल.पी.जी., पेट्रोल, मिट्टी का तेल) का उपयोग बढ़ा या कम हुआ है। यह भी पता लगाएँ की जीवाश्म ईंधन बचत हेतु उनके द्वारा क्या–क्या उपाय किए हैं।

भौतिक विज्ञान

1. त्वरण, वेग व मंदन संबंधी दैनिक उदाहरणों का तुलनात्मक अध्ययन करना।
2. घर/विद्यालय में प्रतिदिन खपत होने वाली ऊर्जा की गणना करना।

जीव विज्ञान

जैव विविधता एवं वर्गीकरण

उद्देश्य : वर्गीकरण की प्रक्रिया को समझना।

आवश्यक सामग्री : प्लास्टिक का स्केल, लकड़ी का स्केल, पेंसिल, लकड़ी का गुटका, ऑलपिन, लोहे की कील, रबर की गेंद, क्रिकेट का बल्ला, चाबी, कूदने वाली रस्सी, चॉक, किताब, रबर, साइकिल का ट्यूब, काँच का टुकड़ा, समतल दर्पण।

विधि : इन वस्तुओं की सूची को ब्लेकबोर्ड पर लिख लें। दोनों समूहों के सदस्य अपने–अपने प्रतिनिधि चुन लें। इसके बाद पूरी कक्षा को दो समूहों में बाँटें। कोई भी एक समूह का प्रतिनिधि समूह के अन्य सदस्यों की मदद लेते हुए सूची में से किसी भी एक वस्तु का नाम पर्ची पर लिखकर शिक्षक को दे। ध्यान रहे दूसरे समूह के सदस्यों को पता न चल पाए कि पर्ची पर किस वस्तु का नाम लिखा गया है।

दूसरे समूह को पर्ची पर लिखे हुए नाम को प्रश्नों की सहायता से बुझना है। ये प्रश्न समूह एक के सदस्यों से किए जाएंगे। समूह का प्रतिनिधि प्रश्न पूछने के लिए उत्तरदायी होगा परंतु समूह के अन्य सदस्यों से सलाह–मशविरा भी अनिवार्य होगा। जिन प्रश्नों के जवाब हाँ या नहीं में आ सकते हैं केवल वे ही प्रश्न पूछे जा सकते हैं। उदाहरण के लिए– क्या वह वस्तु खेलने के काम आती है? प्रत्येक समूह को एक बार प्रश्न पूछने का मौका मिलेगा। जो समूह कम से कम प्रश्नों में वस्तु का नाम बूझ लेगा वह विजेता होगा।

प्रश्न :
1. वस्तु बूझने की प्रक्रिया में दोनों समूहों में वस्तुओं के किन–किन गुणों को आधार बनाया?
2. पाठ में दिए गए चित्र क्रमांक–1 की सहायता लेकर आप इन वस्तुओं के वर्गीकरण का एक फ्लो चार्ट बनाएँ।

हमारा स्वास्थ्य

- किन्हीं पाँच रोगी व्यक्तियों से सम्पर्क करें। निम्नलिखित तालिका के अनुसार उनसे जानकारी प्राप्त कर नीचे दिए गए प्रश्नों का उत्तर लिखें।

रोगी का नाम	रोग के लक्षण	जाँच करवाई या नहीं	रोग का नाम	रोग का उपचार

प्रश्न :

- इनमें से कितने लोगों ने रोग की पुष्टि के लिए जाँच करवाई?
- किन–किन रोगियों ने उपचार करवाया?
- उपचार के लिए क्या–क्या तरीके अपनाए गए?

प्राकृतवास

उद्देश्य : किसी एक पौधे के प्राकृतवास का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : कॉपी, पेंसिल, रबर, शॉर्पनर, रस्सी, हैंडलैंस आदि।

विधि : इस कार्य को करने के लिए कक्षा के सभी साथी 3 से 5 के समूहों में बँट जाएँ। इसके बाद आधे समूह गाजर घास तथा आधे समूह बेशरम पौधे से संबंधित जानकारी एकत्र करने का कार्य करेंगे। जानकारी प्राप्त करने में निम्नलिखित बिंदुओं को अवश्य शामिल करें–

- पौधों के उगने के स्थान के लगभग 1 वर्गमीटर के क्षेत्र में और कौन–कौन से पौधे मिले। इनकी संख्या भी नोट करें। इन पौधों को खाने वाले जीव–जंतुओं की उपस्थिति या उनमें जीवों के द्वारा इन्हें खाए जाने के प्रमाण (कीट लगा पत्ता, कटी–फटी पत्तियाँ आदि)।
- पौधे के उगने वाले स्थान की मिट्टी का विवरण।
- पौधे का उपयोग।
- चयन किए गए पौधे का चित्र भी बनाएँ।

प्रश्न :
1. जानकारी प्राप्त करने के बाद पुनः कक्षा में आकर अन्य समूहों के साथ अपनी जानकारी का मिलान करें।
2. मिलान की प्रक्रिया में क्या–क्या समानताएँ व असमानताएँ मिलीं?
3. एक ही प्रजाति के जीवों के प्राकृतवास में भिन्नता हो सकती है। आपके द्वारा प्राप्त जानकारी के संदर्भ में इस कथन की विवेचना करें।

कचरा और उसका प्रबंधन

उद्देश्य : जैव निम्नीकृत एवं जैव अनिम्नीकृत कचरे की पहचान करना।

आवश्यक सामग्री : मिट्टी या प्लास्टिक के 8–10 पात्र, मिट्टी, कोरे कागज, गोंद, जल, प्राकृतिक कचरा एवं मानव निर्मित कचरा जैसे– सब्जी के छिलके, टॉफी के रैपर, कील काँच के टुकड़े एवं गोलियाँ, बोतल के ढक्कन आदि।

विधि : कचरे में से जैव निम्नीकृत एवं जैव अनिम्नीकृत पदार्थों को ज्ञात करने के लिए निम्नलिखित विधि का प्रयोग किया जाता है।

ऐसे पात्र लें जो आसानी से उपलब्ध हों जैसे– मिट्टी के बर्तन या प्लास्टिक के प्याले आदि। आठ दस पात्रों में कुछ स्तर तक मिट्टी को भर लें। नमी बनाए रखने हेतु उसमें जल की मात्रा मिलाएँ। कुछ प्राकृतिक एवं कुछ मानव निर्मित कचरे जैसे– सब्जी के छिलके, टॉफी के रैपर, कील, काँच के टुकड़े एवं गोलियाँ, बोतल के ढक्कन आदि लें। प्रत्येक वस्तु को अलग–अलग पात्र में रखकर मिट्टी में दबा देते हैं। प्रत्येक पात्र पर दबाए गए कचरे का नाम व दिनांक लिखकर कागज से चिपका देते हैं। अब सभी पात्रों को किसी छायादार स्थान पर रखकर लगभग तीन से चार सप्ताह तक छोड़ देते हैं। तीन से चार सप्ताह पश्चात् पात्र से मिट्टी खोदकर देखें कि मिट्टी में दबाई गई वस्तु का क्या हुआ। वस्तुओं में हुए परिवर्तनों का परीक्षण कर निम्नलिखित प्रकार से सूचीबद्ध करें।

पात्र क्रमांक	वस्तु का नाम	पूर्ण अपघटित	आंशिक अपघटित	कोई परिवर्तन नहीं
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

- ऐसी वस्तुओं के नाम लिखें जो पूर्ण रूप से अपघटित हो गईं।
- कौन–कौन सी वस्तुएँ ऐसी हैं जिनमें कोई परिवर्तन नहीं आया?

रसायन विज्ञान
पदार्थ : प्रकृति एवं व्यवहार

उद्देश्य : दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले विभिन्न मिश्रणों को सूचीबद्ध कर विलयन, कोलाइड व निलबंन में वर्गीकृत करना।

सिद्धांत : विलयन एक समांगी मिश्रण है, विलयन के कण इतने छोटे होते हैं कि उन्हें आँखों से नहीं देखा जा सकता। छानने की विधि द्वारा विलेय के कणों को विलयन से पृथक नहीं किया जा सकता है। कणों के छोटे आकार के कारण ये प्रकाश की किरणों को फैलाते नहीं हैं। इसलिए विलयन में प्रकाश का मार्ग दिखाई नहीं देता है। निलंबन एक विषमांगी मिश्रण है। इसके कण आँखों से देखे जा सकते हैं तथा प्रकाश की किरण को फैला देते हैं जिससे उसका मार्ग दिखाई देता है। छानकर इसके कणों को पृथक किया जा सकता है। कोलाइड एक विषमांगी मिश्रण है। इसके कणों का आकार इतना छोटा होता है कि इन्हें आँखों से नहीं देखा जा सकता है। किन्तु ये इतने बड़े होते हैं कि प्रकाश किरण के मार्ग को फैला देते हैं। इसके कणों को छानकर पृथक नहीं किया जा सकता है।

विधि : छात्र उन मिश्रणों की सूची अपनी कॉपी में तैयार करें, जिनका वे दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं।

क्र.सं.	पदार्थ	विलयन / कोलाइड / निलंबन	वर्गीकरण का आधार
1.	नींबू का शरबत	विलयन	विलेय के कण दिखाई नहीं देते, इन कणों को छानकर अलग नहीं किया जा सकता है।
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			

प्राप्त अवलोकनों के आधार पर छात्र कक्षा में चर्चा करें तथा उस चर्चा से प्राप्त निष्कर्षों को बिन्दुवार अपनी प्रोजेक्ट रिपोर्ट में शामिल करें।

नोट : छात्र अपने दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले खाद्य पदार्थों, दवाइयों, आस–पास के परिवेश में उपलब्ध विलयन, कोलाइड तथा निलंबन के उदाहरण लें।

सभी प्रोजेक्ट लिखते समय विद्यार्थी इस बात का उल्लेख अवश्य करें कि आपको प्रोजेक्ट करते समय किस प्रकार की कठिनाईयाँ आयीं तथा आपने उनका निराकरण कैसे किया। यदि आपने प्रोजेक्ट की कार्य योजना में कार्य के दौरान बदलाव किया हो तो उसका कारण भी लिखें। इस प्रोजेक्ट के द्वारा आपने क्या–क्या सीखा इस बात का उल्लेख भी प्रोजेक्ट रिपोर्ट में करें।

पदार्थ : प्रकृति एवं व्यवहार

उद्देश्य : अपने आस–पास पाए जाने वाले तत्वों, यौगिकों एवं मिश्रणों को सूचीबद्ध करते हुए उनके दो–दो उपयोग लिखें।

सिद्धांत : तत्व पदार्थ का वह मूल रूप है, जिसे रासायनिक अभिक्रिया द्वारा अन्य सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता है। ये धातु तथा अधातु में वर्गीकृत किए जा सकते हैं। धातुएँ चमकीली, ताप तथा विद्युत सुचालक, तन्य, आघातवर्ध्य तथा धात्विक ध्वनि उत्पन्न करती हैं, जबकि अधातुएँ ये गुण प्रदर्शित नहीं करती हैं। अधातुएँ विभिन्न रंगों की तथा विद्युत की कुचालक तथा भंगुर होती हैं। यौगिक दो या दो से अधिक तत्वों के निश्चित अनुपात में रासायनिक संयोग से बनते हैं। यौगिक के गुण अवयवी तत्वों से भिन्न होते हैं। मिश्रण दो या दो से अधिक तत्वों या यौगिकों के किसी भी अनुपात में मिलाए जाने पर बनते हैं। इनके निर्माण में रासायनिक अभिक्रिया नहीं होती। इनमें अवयवों के गुण पाए जाते हैं।

विधि : छात्र अपने आस–पास के परिवेश का अवलोकन कर तत्वों, यौगिकों एवं मिश्रणों को उनके गुणों के आधार पर पहचानें तथा उनके उपयोग को जानकर सारणी में नोट करें।

क्र.सं.	उदाहरण	तत्व / यौगिक / मिश्रण	अवयव	तत्व / यौगिक / मिश्रण के रूप में रखने के कारण	उपयोग
1.	लोहे की कील	तत्व	लोहा	सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता	
2.	पानी	यौगिक	हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन	रासायनिक संयोग से बनते है।	
3.	पीतल	मिश्रण	कॉपर तथा जिंक	निर्माण में रासायनिक अभिक्रिया नहीं होती	
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					

कोयला, पेट्रोलियम एवं पेट्रोरसायन

उद्देश्य : दैनिक जीवन में उपयोग में लाई जाने वाली प्लास्टिक की वस्तुओं के पुनः चक्रण में प्लास्टिक कोड की भूमिका को समझना।

सिद्धांत : वर्तमान समय में पेट्रोरसायन के अंतर्गत प्लास्टिक उद्योग का तेजी से विकास हुआ है। प्लास्टिक की बनी वस्तुओं का उपयोग हम अपने दैनिक जीवन में बहुतायत में करते हैं। प्लास्टिक के गुणधर्म के आधार पर इनकी कोडिंग की जाती है। जो प्रत्येक प्लास्टिक वस्तुओं पर अंकित होती है। इस प्लास्टिक कोड को हम आसानी से देख सकते हैं। कोडिंग के आधार पर ही उसका पुनः चक्रण किया जाता है।

विधि :

- विद्यार्थियों के समूहों का निर्माण शिक्षक के मार्गदर्शन में किया जाए।
- प्रत्येक समूह अपनी शाला के आस–पास के पाँच घरों में जाकर, उनसे चर्चा कर उनके द्वारा उपयोग में लाई जाने वाली प्लास्टिक की वस्तुओं के नाम तथा उन पर अंकित कोड को अपनी कॉपी में नोट कर प्लास्टिक के पुनः चक्रण पर चर्चा करें।
- विद्यार्थी अपने मोहल्ले में भी यह सर्वेक्षण कर सकते हैं।
- सर्वेक्षण के पश्चात भिन्न–भिन्न समूह नोट किए गए अवलोकनों की कक्षा में चर्चा कर 1–7 कोड तक की वस्तुओं का वर्गीकरण कर तालिकाबद्ध करें।
- अपने शिक्षक तथा साथियों की मदद से इन तालिकाबद्ध वस्तुओं के पुनः चक्रण पर एक सारगर्भित रिपोर्ट तैयार करें।
- अपनी शाला या अपने मोहल्ले के पास के कबाड़ी वाले से संपर्क कर जानकारी एकत्र करें कि प्लास्टिक की वस्तुओं के कोड का उनके लिए क्या महत्व है।
- प्लास्टिक का बढ़ता उपयोग, स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हैं। इस विषय पर संस्था प्रमुख/प्राचार्य की मदद से व्याख्यान का आयोजन कर प्राप्त जानकारियों को अपनी रिपोर्ट में शामिल करें।

कोयला, पेट्रोलियम एवं पेट्रोरसायन

उद्देश्य : जीवाश्म ईंधन की खपत एवं इनके संरक्षण हेतु किए जा रहे प्रयास को जानना। स्वयं एवं समुदाय को जीवाश्म संरक्षण के उपाय हेतु प्रेरित करना।

सिद्धांत : जीवाश्म ईंधन की खपत एवं इनके संरक्षण हेतु किए जा रहे प्रयासों को जानना। स्वयं एवं समुदाय को जीवाश्म ईंधन संरक्षण के उपायों हेतु प्रेरित करना।

विधि :

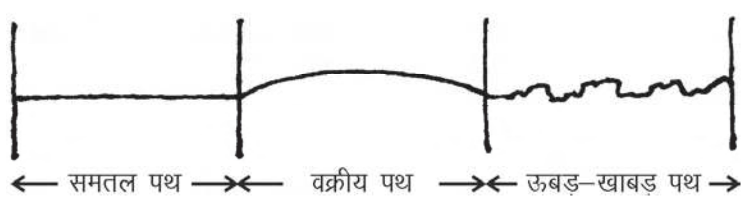
- विद्यार्थियों के समूहों का निर्माण शिक्षक के मार्गदर्शन में किया जाए।
- प्रत्येक समूह अपनी शाला के आस–पास के पाँच घरों में जाकर, अलग–अलग व्यवसाय से जुड़े पाँच व्यक्तियों से चर्चा करें कि पिछले पाँच वर्षों में उनका जीवाश्म ईंधन उपयोग (कोयला, एल.पी.जी., पेट्रोल, मिट्टी का तेल) बढ़ा है या कम हुआ है। यह भी पता लगाएँ कि जीवाश्म ईंधन बचत हेतु उनके द्वारा क्या–क्या उपाए किए गए हैं। उनसे चर्चा कर उनके द्वारा किए गए उपायों को नोट बुक में सूचीबद्ध कर लें। विद्यार्थी भी समुदाय को जीवाश्म ईंधन संरक्षण के उपाय सुझाएँ तथा उनके साथ की गई चर्चा का उल्लेख अपनी प्रोजेक्ट रिपोर्ट में करें।

भौतिक विज्ञान

गति

उद्देश्य : वेग, त्वरण व मंदन संबंधी दैनिक उदाहरणों का तुलनात्मक अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : विराम घड़ी, भिन्न–भिन्न प्रकार के साधन (साइकिल, मोटर साइकिल, कार, रिक्शा) कागज, पेन, पेंसिल, टेप आदि।



सिद्धांत : किसी गतिमान वस्तु द्वारा एक निश्चित दिशा में ईकाई समय में तय की गई दूरी को वेग कहते है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$$

त्वरण : असमान गति में समय के साथ वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण कहते हैं।

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{समयांतराल}}$$

त्वरण के मान में कमी को मंदन कहते हैं।

प्रयोग विधि :

1. वेग, त्वरण व मंदन संबंधी दैनिक उदाहरणों का अध्ययन करने के लिए एक दल का गठन करें, जिसमें चार–पांच सदस्य हो।
2. ऐसे मार्ग का चयन करें जिसमें कुछ समतल मार्ग हो, कुछ वक्र मार्ग व कुछ उबड़–खाबड़ वाला मार्ग हो।
3. निश्चित दूरी को चिन्हित कर वहाँ एक सदस्य संकेत के लिए खड़ा कर देते है।
4. उस स्थान से गुजरने वाले विभिन्न प्रकार के साधनों द्वारा तय की गई दूरी व समय को नोट कर सारणी बनाएँ। दूरी को टेप या मीटर स्केल से तथा समय को स्टाप वॉच से नापें। उक्त आंकड़ो का ध्यानपूर्वक अध्ययन कर अवलोकन करें।

अवलोकन तालिका

क्र.सं.	विवरण	पैदल	साइकिल	रिक्शा	मोटर साइकिल	ऑटो या कार
1.	प्रथम समतल 20 मी. तय करने में लगा समय।					
2.	द्वितीय वक्रीय तल 20 मी. तय करने में लगा समय					
3.	उबड़–खाबड़ 20 मी. तय करने में लगा समय					

परिणाम : साधनों द्वारा वेग, त्वरण व मंदन का तुलनात्मक अध्ययन करने से यह पता चलता है कि समतल मार्ग में त्वरण व उबड़–खाबड़ मार्ग में मंदन होगा।

सावधानियाँ :

1. दूरी चिन्हित करते समय एक ही मापक का प्रयोग करें ताकि दूरियाँ समान व प्राप्त आंकड़े शुद्ध हों।
2. विराम घड़ी लेकर रास्ते में सुरक्षित स्थान पर खड़े होकर समय नापें ताकि दुर्घटना न हो सके।

इसी आधार पर समतल जगह पर चलना सीढ़ियों से चढ़ाना व सीढ़ियों से उतरने का उदाहरण भी ले सकते हैं।

प्रायोजना कार्य (कार्य तथा ऊर्जा)

उद्देश्य : घर/विद्यालय में प्रतिदिन खपत होने वाली उर्जा की गणना करना।

आवश्यक उपकरण: घड़ी व विभिन्न बिजली के उपकरणों की शक्ति मापन हेतु मल्टीमीटर व अन्य उपकरण।

सिद्धांत : प्रतिदिन खपत उर्जा की गणना निम्न सूत्र से करेंगे।

$$\text{प्रतिदिन खपत ऊर्जा} = \frac{\text{उपकरणों की संख्या} \times \text{उपकरण की शक्ति (वाट में)} \times \text{समय (घंटे में)}}{1000}$$

प्रयोग विधि : आपके घर/विद्यालय में लगे विभिन्न उपकरणों द्वारा प्रतिदिन खपत होने वाले उर्जा की गणना कर, आप अपने घर के बिजली व्यय की मासिक गणना करेंगे।

अवलोकन तालिका

क्र.सं.	उपकरण का नाम	उपकरण की संख्या	उपकरण की शक्ति	उपकरण के चालू हालत में लगा समय	उर्जा खपत	कुल उर्जा खपत

गणना : 1. प्रतिदिन की उर्जा =

2. माह की कुल उर्जा = प्रतिदिन की उर्जा × दिनों की संख्या

3. बिजली व्यय = माह की कुल उर्जा × दर

परिणाम : घर/विद्यालय की प्रतिदिन खपत उर्जा .... है।

सावधानी : 1. विद्युत से सुरक्षा के संपूर्ण उपायों का पालन करना।

2. किसी भी विद्युत उपकरण को उसकी चालू हालत में स्पर्श न करना।

3. विद्युत उपकरणों से चालू अवस्था में पर्याप्त दूरी बनाये रखना।

भविष्य : आप अपने मासिक बिजली व्यय को कम करने हेतु क्या–क्या उपाय करेंगे।