

NCERT WALLAH

NCERT की पुस्तकों का सार



सिविल सेवा परीक्षाओं हेतु



ONLYIAS
BY PHYSICS WALLAH

NCERT WALLAH

NCERT की पुस्तकों का सार

विज्ञान
एवं प्रौद्योगिकी

सिविल सेवा परीक्षाओं हेतु



EDITION: First

Published By: Physicswallah Private Limited

Physics Wallah

ISBN:

MRP:

Mobile App: Physics Wallah (Available on Play Store)



Website: www.pw.live

Youtube Channel: Physics Wallah - Alakh Pandey

Physics Wallah Foundation

Competition Wallah

NCERT Wallah

Email: publication@pw.live

SKU Code: 60dcec7f-d8d7-4b48-abf2-62438828357e

अधिकार

इस मॉड्यूल के सभी अधिकार लेखक और प्रकाशक के पास सुरक्षित हैं। लेखक या प्रकाशक की लिखित अनुमति के बिना इसका किसी भी तरह से उपयोग या पुनरुत्पादन नहीं किया जाएगा।

अस्वीकरण: यह मॉड्यूल छात्रों को संबंधित विषय का अध्ययन करने के लिए सामग्री प्रदान करने के उद्देश्य से विभिन्न स्रोतों से बनाया गया संकलन है। सभी सामग्री/सूचना/डेटा में मानवीय त्रुटि के कारण कुछ प्रकार की गलतियाँ हो सकती हैं, इसलिए सरकारी प्रकाशन, पत्रिकाओं, अधिसूचनाओं और मूल पांडुलिपियों के साथ डेटा का संदर्भ लेना उचित है।

इस सामग्री/सूचना/डेटा का उद्देश्य बौद्धिक संपदा के वास्तविक स्वामी के मूल कार्य/पांडुलिपियों पर किसी भी प्रकार के कॉपीराइट का दावा करना नहीं है। साथ ही, जैसा कि इस मॉड्यूल में दिए गए लेखक द्वारा प्रदान की गई सामग्री/सूचना/डेटा के संकलन/संपादन में हर संभव प्रयास किया गया है, प्रकाशक मॉड्यूल की सामग्री/सूचना/डेटा से उत्पन्न किसी भी अशुद्धि या किसी भी कानूनी कार्यवाही के लिए कोई वारंटी और दायित्व नहीं लेता है।

(यह मॉड्यूल केवल शैक्षिक उद्देश्य के लिए उपयोग किया जाएगा)

भूमिका

प्रिय पाठको

सिविल सेवा परीक्षा की तैयारी में NCERT की पुस्तकों का महत्त्व नाभिकीय है। यद्यपि NCERT की पुस्तकों का प्रकाशन सामान्यतः माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक में अध्ययनरत विद्यार्थियों के लिए किया जाता है, परंतु सिविल परीक्षा की तैयारी के लिए भी ये पुस्तकें केंद्रीय महत्त्व रखती हैं। इसका मूल कारण यह है कि माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक ही वे कक्षाएँ हैं, जहाँ से किसी भी विद्यार्थी के अध्ययन एवं समझ की बुनियाद निर्मित होती है। इन कक्षाओं में ही सामान्य अध्ययन के विभिन्न विषयों की एक समग्र समझ विद्यार्थियों में विकसित की जाती है। इसी बुनियाद के आधार पर आगे के अध्ययन की दुनिया के विभिन्न शिखर स्थापित होते हैं। अगर किंचित कारणों से यह बुनियाद कमजोर रह जाती है अथवा इनका यथोचित विकास नहीं हो पाता है, तो इस स्थिति में आगे के अध्ययन की दुनिया उतनी ही संकीर्ण नींव पर खड़ी दुर्बल प्रतीत होती है। माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक अध्ययन के दौरान विविध सामाजिक, आर्थिक तथा पृष्ठभूमिगत कारणों से विभिन्न विद्यार्थियों की बुनियादी समझ का स्तर भी समान नहीं होता। कुछ विद्यार्थियों को इस दौरान शीर्ष विद्यालय एवं श्रेष्ठ शिक्षकों से पढ़ने का अवसर मिलता है तो कई सारे विद्यार्थियों को ये सारे अवसर नहीं प्राप्त हो पाते, इसलिए आगे सिविल सेवा जैसे परीक्षाओं की तैयारी में भी वे शुरुआत में ही बुनियादी रूप से पिछड़ जाते हैं। तैयारी की शुरुआत में ही उत्पन्न इस गहरे अंतराल को पाटने के लिए NCERT की माध्यमिक एवं उच्चतर माध्यमिक की पुस्तकों को पुनः पढ़ने की सलाह दी जाती है ताकि छठी कक्षा से बारहवीं कक्षा के समय उत्पन्न हुआ बुनियादी अंतराल आगे अवरोधक न बने और तैयारी की शुरुआत समान स्तर से की जा सके। इसके अलावा जिन्होंने अपने माध्यमिक, उच्चतर माध्यमिक के दौरान बेहतर तरीके से अपनी बुनियाद तैयार की है, वे भी रिवीजन के द्वारा इसे और सुदृढ़ कर सकें ताकि आगे की यात्रा आसान हो सके। इसके अलावा पिछले कुछ वर्षों में ऐसे अभ्यर्थियों की संख्या काफी तेजी से बढ़ी है, जो दसवीं के बाद ही सिविल सेवा की तैयारी शुरू कर देते हैं। इन विद्यार्थियों के लिए यह स्वर्णिम अवसर होता है, जब वे अपनी बुनियादी समझ को बेहतर कर सकें और इसके लिए NCERT की पुस्तकें सर्वश्रेष्ठ माध्यम सिद्ध होती हैं।

NCERT की पुस्तकों की विशेषता यह है कि यह बिल्कुल आधारभूत स्तर से शुरुआत करती हैं। इनके मूल अध्येता छठी से बारहवीं स्तर के विद्यार्थी होते हैं, इसलिए इसकी संरचना में इस बात का विशेष ध्यान रखा जाता है कि यह उस कक्षा के विद्यार्थियों के लिए आसानी से ग्राह्य हो। इसलिए भी यह पुस्तक तैयारी के दौरान स्टार्टर की तरह कार्य करती है, जहाँ बिना अधिक बोझिल हुए आसानी से तैयारी की यात्रा में प्रवेश किया जा सके। चूँकि ये पुस्तकें विभिन्न कक्षाओं के लिए तैयार की गई हैं इसलिए एक ही विषय, यहाँ तक कि एक ही टॉपिक विभिन्न कक्षाओं में भिन्न-भिन्न स्तर के होते हैं। उदाहरण के लिए छठी कक्षा की सामाजिक विज्ञान की पुस्तक में इतिहास अथवा भूगोल का जो स्तर होगा वह बारहवीं कक्षा के उसी टॉपिक से बिल्कुल अलग होगा तथा मात्र प्रवेशकीय स्वरूप का होगा। एक सिविल सेवा की तैयारी करने वाले अभ्यर्थी के लिए अलग-अलग कक्षाओं की पुस्तकों से एक ही टॉपिक को अलग-अलग पढ़ना एक समय साध्य कार्य होता है। इसके अलावा, स्कूल के विद्यार्थियों की समझ के लिए प्रस्तुतीकरण के रोचक चित्र आदि भी इस समय उतने महत्वपूर्ण मालूम नहीं होते। इस स्थिति में जरूरत महसूस होती है एक ऐसी पुस्तक की जो एक ही विषय, यहाँ तक कि एक ही टॉपिक के विभिन्न महत्वपूर्ण बिंदुओं को अलग-अलग NCERT से एक जगह संकलित कर दे और उनका प्रवाह इतना गतिमान कर दे कि वह हमारी बुनियाद सुदृढ़ करने के साथ-साथ पढ़ने में भी रोचक प्रतीत हो। इसी उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए PWOnlyIAS द्वारा NCERT पुस्तकों की यह शृंखला तैयार की गई है। NCERT पुस्तकों की इस शृंखला को सिविल सेवा परीक्षा के पाठ्यक्रम के अनुसार विषयवार रूप से विभाजित किया गया है। इन पुस्तकों में इस बात का विशेष ध्यान रखा गया है कि छठी से लेकर बारहवीं तक की पुस्तकों में दी गई कोई भी अवधारणा या कोई भी बिंदु, जो सिविल सेवा परीक्षा के अनुरूप महत्वपूर्ण हो, वह न छूटे, बल्कि अगर कहीं अवधारणा समग्रता में स्पष्ट न हो पा रही हो तो उसे अपनी ओर से नोट्स, टेबल एवं रेखाचित्र आदि द्वारा समग्रता प्रदान की जा सके।

पुस्तकों को पढ़ना ही पर्याप्त नहीं होता, बल्कि पठित की जाँच के लिए उसका अभ्यास भी अनिवार्य होता है। इस उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए इस शृंखला में विषयवार रूप से विभाजित चार वर्क बुक को भी शामिल किया गया है, जिनमें सिविल सेवा परीक्षा के अनुरूप विभिन्न विषयों के अभ्यास-प्रश्नों को सम्मिलित किया गया है। ये अभ्यास-प्रश्न इस स्वरूप में तैयार किए गए हैं कि ये प्रश्न NCERT की पुस्तकों के रिवीजन की स्व-पुष्टि कर सकें तथा इस माध्यम से सिविल सेवा परीक्षा के प्रश्नों का अभ्यास भी हो सके।

अब आपको पुस्तक सौंपते हुए हम आशा कर रहे हैं NCERT पुस्तकों की यह सीरीज आपके लिए उपयोगी सिद्ध होगी। पुस्तक से संबंधित किसी भी प्रकार के सुझाव एवं शिकायतों के लिए हमें अवश्य लिखें। आपकी महत्वपूर्ण प्रतिक्रियाओं की प्रतीक्षा रहेगी।

शुभकामनाएँ!

Join Telegram: @apna_library



Click Here To Join our
Telegram Channel

Search On TG: @apna_pdf

विषय-सूची

1.	गति एवं मापन	1-32
2.	प्रकाश	33-52
3.	विद्युत	53-65
4.	चुंबकत्व	66-73
5.	ध्वनि	74-82
6.	पदार्थ	83-91
7.	परमाणु एवं अणु	92-103
8.	रासायनिक अभिक्रियाएँ और समीकरण	104-117
9.	धातु एवं अधातु	118-133
10.	ऊर्जा	134-144
11.	कोशिका और ऊतक	145-153
12.	पादप जगत	154-169
13.	प्राणी जगत	170-190
14.	जीवन प्रक्रियाएँ	191-214
15.	भोजन, पोषण एवं स्वास्थ्य	215-224
16.	कुछ प्राकृतिक परिघटनाएँ	225-229
17.	हमारा पर्यावरण	230-235
18.	जैव प्रौद्योगिकी तथा उसके अनुप्रयोग	236-246

Join Telegram: @apna_library

Search On TG: @apna_pdf



गति एवं मापन

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-7, कक्षा-VII के अध्याय-9, कक्षा-VIII के अध्याय-8 व 9 तथा कक्षा-IX के अध्याय-7 से 10 का सारांश शामिल है।

परिचय

दैनिक जीवन में हम लगातार गतिशील वस्तुओं को देखते हैं, उदाहरण के लिए सड़कों पर चलती कारें, पार्क में खेलते बच्चे या चलने की सामान्य क्रिया। यह गति, जो सामान्यतः बल, दाब और घर्षण की परस्पर क्रिया द्वारा नियंत्रित होती है, समय के आयाम में होती है और दूरियों के आधार पर मापी जाती है। अपरूपण बल की वजह से चाकू द्वारा फल काटे जाने में होने वाली आसानी से लेकर हमारे चारों ओर के वायुमंडलीय दाब या किसी व्यक्ति की यात्रा में लगने वाले समय की माप आदि विभिन्न घटनाएँ आपस में एक दूसरे से जुड़ी हुई हैं, जो हमारे भौतिक जीवन की रूपरेखा तैयार करती है। इन सिद्धांतों में गहराई से जाने पर हम कई घटनाओं और नवाचारों समझ पाते हैं जो हमारी दुनिया को कार्यात्मक और बोधगम्य बनाते हैं।

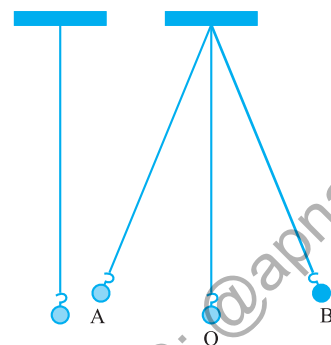
समय की माप

समय को सही तरीके से समझना और मापना एक मूलभूत मानवीय आवश्यकता है। घड़ियों के आविष्कार से पहले, हमारे पूर्वजों के पास प्राकृतिक घटनाओं, जैसे आकाश में सूर्य की स्थिति के आधार पर अनुमानित समय मापने के तरीके थे।

- ❑ **प्राकृतिक घड़ी:** सूर्य द्वारा डाली गई परछाइयाँ समय मापने के लिए मनुष्यों द्वारा उपयोग किए जाने वाले शुरुआती उपकरणों में से एक थीं। धूप घड़ी इसी सिद्धांत के आधार पर बनाई गई थी।
- ❑ **महीने और वर्ष:** ये चंद्र चक्र और सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की परिक्रमा के आधार पर निर्मित किए गए थे।
- ❑ **सरल लोलक:** एक बहुत ही बुनियादी समय मापने का उपकरण, सरल लोलक में एक धागे से लटकती हुई एक धातु की गेंद (या बॉब) होती है। इस लोलक की आगे-पीछे की गति अथवा इसका दोलन, आवधिक होता है। एक पूर्ण दोलन में लगे समय को इसका आवर्तकाल कहा जाता है। ऐतिहासिक रूप से इस सिद्धांत का उपयोग लोलक घड़ियों में किया जाता था।
 - **लोलक के साथ प्रयोग:** एक साधारण लोलक को स्थापित करना और उसके दोलनों को मापना आवर्ती गति की समझ प्रदान करता है। प्रारंभिक विस्थापन में मामूली बदलावों के बावजूद एक विशिष्ट लंबाई के लोलक का आवर्तकाल लगभग नियत होता है।
- ❑ **क्वार्ट्ज घड़ियाँ:** अधिक आधुनिक और सटीक, ये घड़ियाँ समय की माप हेतु विद्युत परिपथ में क्वार्ट्ज क्रिस्टल के दोलनों का उपयोग करती हैं।
- ❑ **समय की इकाइयाँ:**
 - **समय: सेकंड** को समय का मूल मात्रक माना जाता है। अन्य मात्रकों में **मिनट** और **घंटे** शामिल हैं।
- ❑ **समय अंतराल की तुलना:** समय को संदर्भ के आधार पर विभिन्न मात्रकों में व्यक्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए उम्र को वर्ष में व्यक्त किया जाता है, छोटी दूरी की यात्रा का समय आमतौर पर मिनट या घंटा में व्यक्त किया जाता है।
- ❑ **सेकंड को समझना:** एक सेकंड का मोटे तौर पर अनुमान “दो हजार एक” को जोर से बोलने में लगने वाले समय से किया जा सकता है। एक वयस्क की सामान्य अवस्था (जब कोई कार्य नहीं कर रहा हो) में हृदय-गति भी समय के बारे में एक परिप्रेक्ष्य प्रदान करती है - आमतौर पर यह प्रति मिनट लगभग 72 बार धड़कती है।



चित्र 1.1: कुछ सामान्य घड़ियाँ



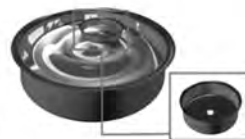
चित्र 1.2: (a) एक साधारण लोलक (b) एक दोलनशील सरल लोलक के गोलक की भिन्न स्थिति



(a) जंतर मंतर, दिल्ली में धूपघड़ी



(b) रेत घड़ी



(c) जल घड़ी

चित्र 1.3: कुछ प्राचीनकालीन समय मापने वाले उपकरण

- **प्राचीन काल में समय-मापन:** लोलक घड़ियों के आविष्कार से पहले विभिन्न सभ्यताओं ने समय मापने के लिए विभिन्न तरीकों का इस्तेमाल किया था। धूप-घड़ियाँ, जल-घड़ियाँ और रेत-घड़ियाँ (चित्र 1.3) आदि इसके उदाहरण हैं। ये उपकरण अपने कई डिजाइनों में विभिन्न संस्कृतियों में पाए जा सकते हैं।

गति तथा दूरियों का मापन

परिवहन की कहानी

- शुरुआत में मनुष्य के पास परिवहन के कोई साधन नहीं थे और वे पैदल चलने पर निर्भर थे। बाद में उन्होंने परिवहन के लिए पशुओं और शुरुआती नावों के रूप में लकड़ी के कुंदों का इस्तेमाल किया।
- पहिये के आविष्कार ने परिवहन के क्षेत्र में क्रांति ला दी।
- नावों को जलीय-जीवों से प्रेरित सुव्यवस्थित आकृतियों में तैयार किया गया।
- 19वीं सदी में वाष्प-इंजन के आविष्कार के साथ एक महत्वपूर्ण बदलाव देखा गया। इससे वाष्प- इंजन से चलने वाली गाड़ियों और बाद में मोटर कारों, ट्रकों और बसों का विकास हुआ।
- 20वीं शताब्दी इलेक्ट्रिक ट्रेनों, मोनोरेल, सुपरसोनिक वायुई जहाज और अंतरिक्ष यान जैसी प्रगति लेकर आई।



चित्र 1.4 : परिवहन के कुछ साधन

लंबाई का मापन और इसके अनुप्रयोग

- दैनिक जीवन में ऐसे कई उदाहरण हैं जब दूरी या लंबाई मापना आवश्यक हो जाता है, जैसे दर्जी, बढ़ई और किसानों के लिए।
- दूरी से संबंधित प्रश्न व्यक्तिगत ऊँचाई से लेकर शहरों या खगोलीय पिंडों के बीच की दूरी तक हो सकते हैं।
- सार यह है कि दूरियों को मापने से सूचित निर्णय लेने में मदद मिलती है, चाहे वह दैनिक कार्य हो या वैज्ञानिक क्रिया-कलाप।



चित्र 1.5 : तार की लंबाई से डेस्क की लम्बाई मापना



चित्र 1.6 : एक हाथ की चौड़ाई से मेज की चौड़ाई मापना

मापन की अवधारणा:

- माप को एक अज्ञात मात्रा की तुलना एक ज्ञात मात्रा (जिसे एक मात्रक कहा जाता है) से करने के रूप में परिभाषित किया जाता है।
 - माप के परिणाम में दो घटक होते हैं: **संख्या** और **मात्रक**। संख्या इस बात को रेखांकित करती है कि गैर-मानक मात्रकों, जैसे कि हाथ की लंबाई या पैर की लंबाई का उपयोग करने से अलग-अलग व्यक्तियों के लिए अलग-अलग माप प्राप्त हो सकते हैं।
 - इससे मानकीकृत मात्रकों की आवश्यकता होती है जो सभी व्यक्तियों के लिए एक समान हों।

लंबाई के मापन हेतु मानक मात्रक:

- प्राचीन मात्रक:** ऐतिहासिक रूप से लोग शरीर के विभिन्न भागों को मात्रकों के रूप में इस्तेमाल करते थे, जैसे- हाथ की लंबाई, उँगली की चौड़ाई और कदम की दूरी।
 - सिंधु घाटी सभ्यता, प्राचीन मिस्र, रोमन और प्राचीन भारतीयों के अपने विशिष्ट मात्रक थे, जो अक्सर शरीर के अंगों पर आधारित होते थे, जिसके कारण माप में भिन्नताएँ देखी जाती थीं।
- मानक प्रणाली की आवश्यकता:** प्राचीन मापन-विधियों में विसंगतियों के कारण एक मानकीकृत प्रणाली की आवश्यकता थी। वर्ष 1790 में फ्रांसीसियों ने मीट्रिक प्रणाली शुरू की।
 - वैश्विक सुसंगतता सुनिश्चित करने के लिए इंटरनेशनल सिस्टम ऑफ यूनिट्स (SI यूनिट्स) को दुनिया भर के वैज्ञानिकों द्वारा स्वीकार किया गया।
- लंबाई के मात्रक:** लंबाई का प्राथमिक SI मात्रक 'मीटर' है। एक मीटर को 100 सेंटीमीटर में विभाजित किया गया है और एक सेंटीमीटर को दस मिलीमीटर में विभाजित किया गया है।
 - बड़ी दूरी के लिए "किलोमीटर" का उपयोग किया जाता है, 1 किलोमीटर, 1000 मीटर के बराबर होता है।
 - भविष्य में सभी मापन गतिविधियों के लिए SI मात्रकों का उपयोग लंबाई और दूरी को मापने की उचित विधि के महत्त्व को रेखांकित करता है।



चित्र 1.7: धागे की मदद से वक्र रेखा की लंबाई को मापना

- वक्र रेखा की लंबाई मापना:** यद्यपि सीधी रेखाओं को अनम्य मीटर पैमाने का उपयोग करके मापा जा सकता है, लेकिन वक्र रेखाओं को मापना एक चुनौती प्रदान करता है। वक्र रेखा को मापने के लिए एक छोर से दूसरे छोर तक वक्र पथ के अनुरूप एक लचीले धागे का उपयोग किया जा सकता है और फिर एक अनम्य स्केल से धागे की लंबाई मापी जा सकती है।
- हमारे आस-पास की गतिशील वस्तुएँ:** हमारे आस-पास की हर वस्तु, चाहे वह स्थिर हो या गतिमान, उसकी स्थिति के आधार पर वर्गीकृत की जा सकती है। उदाहरण के लिए एक टेबल स्थिर (विरामावस्था में) रह सकती है, एक पक्षी अपनी स्थिति (गति की अवस्था में) बदल सकता है।
 - चींटी के प्रक्षेप पथ को देखकर, कोई व्यक्ति गति के सार को समझ सकता है, यह समय के साथ किसी वस्तु की स्थिति में होने वाला परिवर्तन है। दिलचस्प बात यह है कि घड़ियाँ और पंखे जैसी वस्तुएँ, स्थिर होते हुए भी उनके घटक गति प्रदर्शित करते हैं।



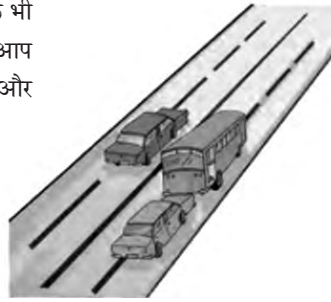
चित्र 1.8: चींटी की गति

गति के प्रकार

संक्षेप में, गति का अध्ययन, समय के साथ किसी वस्तु की स्थिति में परिवर्तन को समझने से संबंधित है। छोटे घोंघे से लेकर वृहद् विमानों तक और यहाँ तक कि पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले चंद्रमा जैसे खगोलीय पिंड, सब कुछ किसी-न-किसी रूप में गति प्रदर्शित करते हैं, जिससे हमारे आस-पास की दुनिया संचलन की एक गतिशील टेपेस्ट्री बन जाती है। गति के कुछ प्रकार हैं:

- सरल रेखीय गति:** जब वस्तुएँ एक सीधे पथ पर गति करती हैं, तो उसे सरल रेखीय गति कहते हैं। उदाहरण के लिए सीधी सड़क पर चलने वाले वाहन या 100 मीटर की दौड़ में धावक। 100 मीटर की दौड़ में धावक भी एक सीधे ट्रैक पर चलते हैं। क्या आप अपने आस-पास के ऐसे और उदाहरणों के बारे में सोच सकते हैं?
- वृत्तीय गति:** यह एक ऐसी गति है जिसमें कोई वस्तु एक निश्चित बिंदु से समान दूरी पर रहते हुए एक वृत्ताकार पथ पर चलती है। उदाहरण के लिए घड़ी की सुइयाँ या धागे से बंधे पत्थर की एक वृत्ताकार पथ में गति।

100 मीटर की दौड़ में धावक भी सीधे ट्रैक पर चलते हैं। क्या आप अपने आस-पास से ऐसे और उदाहरण सोच सकते हैं?

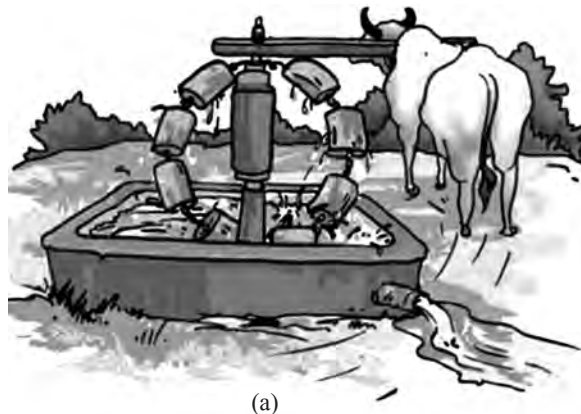


(a)



(b)

चित्र 1.9: सरल रेखीय गति के कुछ उदाहरण



(a)



(b)



(c)

चित्र 1.10: वृत्तीय गति में कुछ वस्तुएँ

- **आवर्ती गति:** जब कोई वस्तु नियमित अंतराल के बाद अपनी गति को दोहराती है। उदाहरण के लिए एक लोलक की आगे-पीछे की गति या पेड़ की एक शाखा का हिलना।



(a)



(b)



(c)



(d)



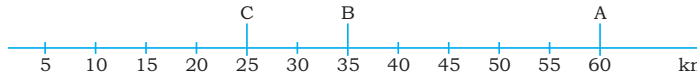
(e)

चित्र 1.11: आवर्ती गति के उदाहरण

- **गतियों का संयोजन:** कुछ वस्तुएँ एक से अधिक प्रकार की गति प्रदर्शित करती हैं। उदाहरण के लिए एक रोलिंग बॉल, एक साथ सरल रेखीय गति (आगे की ओर गति) और घूर्णन गति (चक्रण) से गुजरती है।

गति की विशेषताएँ

- रोजमर्रा के जीवन में वस्तुएँ विराम की स्थिति में या गति में हो सकती हैं। गति का अनुमान सामान्यतः अप्रत्यक्ष साक्ष्यों के माध्यम से लगाया जाता है, जैसे- धूल की गति वायु की गति का संकेत देती है।
- सूर्योदय, सूर्यास्त और ऋतु परिवर्तन की घटनाएँ पृथ्वी की गति से संबंधित हैं, भले ही हम इसे सीधे तौर पर नहीं समझते हों।
- एक वस्तु एक पर्यवेक्षक को गतिमान तथा दूसरे को स्थिर दिखाई दे सकती है। **उदाहरण:** बस से यात्रियों को पेड़ चलते हुए दिखाई देते हैं लेकिन बाहर पर्यवेक्षक को स्थिर दिखाई देते हैं। गतियाँ जटिल हो सकती हैं, जैसे- रेखीय, वृत्तीय, घूर्णी, कंपन करने वाली या इनका संयोजन।
- **स्थान का विवरण:** किसी वस्तु का स्थान संदर्भ बिंदु या मूल बिंदु का उपयोग करके निर्दिष्ट किया जाता है। उदाहरण के लिए, एक स्कूल की स्थिति को रेलवे स्टेशन से 2 किमी. उत्तर में वर्णित किया गया है, जहाँ रेलवे स्टेशन संदर्भ बिंदु के रूप में कार्य करता है।
- **एक सीधी रेखा में गति:**
 - यह गति का सबसे सरल प्रकार है।



चित्र 1.12: सीधी रेखा पथ पर एक वस्तु की स्थिति

- यदि कोई वस्तु बिंदु O से शुरू होकर बिंदु C, B और A से होकर वापस C पर लौटती है, तो तय किया गया रास्ता उसकी दूरी होती है।
- **दूरी:** यह वस्तु द्वारा तय किए गए कुल मार्ग की लंबाई होती है। उदाहरण के लिए $OA + AC = 95$ किमी.। यह एक अदिश राशि (केवल परिमाण) है।
- **विस्थापन:** इसे प्रारंभिक बिंदु से अंतिम स्थिति तक की सबसे छोटी दूरी के रूप में परिभाषित किया जाता है। यह एक सदिश राशि (परिमाण + दिशा) है। अंतिम स्थिति और प्रारंभिक स्थिति के बीच का अंतर विस्थापन कहलाता है।
 - कुछ मामलों में विस्थापन यात्रा की दूरी के बराबर हो सकता है, जैसे O से A तक की यात्रा में (60 किमी.)।
 - हालाँकि विस्थापन कुल तय की गई दूरी से कम हो सकता है, जैसे O से A होते हुए B तक की यात्रा में।
 - दूरी शून्य न होने पर भी विस्थापन शून्य हो सकता है, जैसे कि यदि कोई वस्तु अपने प्रारंभिक बिंदु पर वापस लौट जाती है।
- **एकसमान गति और असमान गति**
 - **एकसमान गति:** किसी वस्तु को एकसमान गति में कहा जाता है, यदि वह समान समय अंतराल में समान दूरी तय करती है।
 - उदाहरण के लिए एक वस्तु जो प्रत्येक सेकंड 5 मीटर चलती है।
 - **असमान गति:** वस्तुओं को असमान गति में कहा जाता है यदि वे समान समय अंतराल में असमान दूरी तय करती हैं।
 - उदाहरण के लिए भीड़ भरी सड़क पर एक कार या पार्क में जॉगिंग करने वाला व्यक्ति।

गति की दर को मापना

गति की दर वस्तुओं के बीच भिन्न हो सकती है, कुछ वस्तुएँ तेज गति से चलती हैं, जबकि अन्य धीमी गति से चलती हैं। चाल, गति की दर को मापती है अर्थात् इकाई समय में तय की गई दूरी को मापती है।

चाल

- **परिभाषा:** चाल वह दूरी है जो कोई वस्तु इकाई समय में तय करती है।
- **मात्रक**
 - **SI मात्रक:** मीटर प्रति सेकंड (m/s)।
 - **अन्य:** सेंटीमीटर प्रति सेकंड (सेमी/सेकंड), किलोमीटर प्रति घंटा (किमी/घंटा)।
- चाल भिन्न हो सकती है; अधिकांश वस्तुएँ असमान गति प्रदर्शित करती हैं।

औसत चाल

- इसे कुल तय की गई दूरी को कुल समय से विभाजित करने के रूप में परिभाषित किया जाता है।
 - सूत्र: औसत चाल = तय की गई कुल दूरी/तय करने में लगा कुल समय।
 - उदाहरण के लिए 2 घंटे में 100 किमी. की दूरी तय करने वाली कार की औसत चाल 50 किमी./घंटा है।

- स्पीडोमीटर (Speedometer) वाहनों में लगाया जाने वाला एक उपकरण है जो वास्तविक समय में चाल को दिखाता है।
- ओडोमीटर (Odometer) वाहन द्वारा तय की गई कुल दूरी का रिकॉर्ड रखता है।

वेग

- वेग एक निश्चित दिशा में चलने वाली वस्तु की गति है। यह चाल और दिशा को संयोजित करता है। किसी वस्तु का वेग एकसमान या परिवर्तनशील हो सकता है।
 - औसत वेग: एक समान दर पर बदलते वेग वाली वस्तुओं के लिए, औसत वेग प्रारंभिक और अंतिम वेगों का माध्य होता है।
 - सूत्र: औसत वेग = (प्रारंभिक वेग + अंतिम वेग)/2
 - मात्रक: m/s (गति के समान)।

वेग परिवर्तन की दर

- एकसमान तथा असमान गति (Uniform vs Non-uniform Motion)
 - एकसमान गति: कोई वस्तु स्थिर वेग से चलती है। समय के साथ वेग में कोई परिवर्तन नहीं होता है।
 - असमान गति: वेग समय के साथ परिवर्तित होता है। अलग-अलग समय पर और पथ के अलग-अलग बिंदुओं पर इसके अलग-अलग मान होते हैं।

त्वरण

- परिभाषा: त्वरण किसी निश्चित समय अवधि में किसी वस्तु के वेग में परिवर्तन को मापता है।
- त्वरण=वेग में परिवर्तन/लगने वाला समय
 - यदि प्रारंभिक वेग (u) और समय (t) में अंतिम वेग (v) हो तो, त्वरण (a) = (v - u)/t
- त्वरित गति: वह गति जिसमें समय में परिवर्तन के साथ वेग में परिवर्तन होता है।
- दिशा
 - धनात्मक त्वरण: त्वरण वेग की दिशा में होता है।
 - नकारात्मक त्वरण (मंदन): त्वरण वेग की दिशा के विपरीत होता है।
- SI मात्रक: m/s²

त्वरण के प्रकार

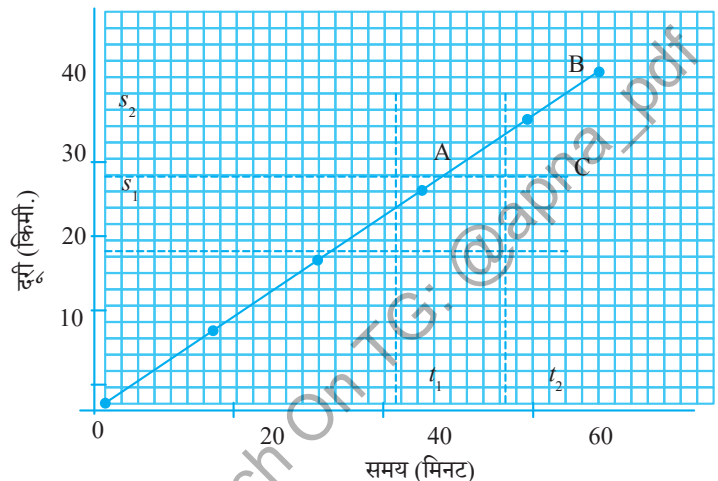
- एकसमान त्वरण: यदि किसी वस्तु का वेग एकसमान समयांतराल पर समान मात्रा में परिवर्तित होता है।
 - उदाहरण: एक स्वतंत्र रूप से गिरने वाला पिंड गुरुत्वाकर्षण के कारण समान रूप से त्वरित गति प्रदर्शित करता है।
- असमान त्वरण: यदि वेग में परिवर्तन की दर समय के साथ बदलती रहती है।
 - उदाहरण: एक कार जो एकसमान समयांतराल पर अलग-अलग मात्रा में गति को बढ़ाती है।

गति का आरेखीय निरूपण

आरेख वस्तुओं की गति को दृश्य रूप से दर्शाने के लिए एक शक्तिशाली उपकरण है, जो स्पष्ट समझ और विश्लेषण को सक्षम बनाते हैं।

दूरी-समय आरेख

- ये आरेख दर्शाते हैं कि किसी वस्तु की स्थिति समय के साथ कैसे परिवर्तित होती है।
 - x-अक्ष समय को दर्शाता है।
 - y-अक्ष दूरी या विस्थापन को दर्शाता है।
- एकसमान चाल: जब कोई वस्तु समान समयांतराल में समान दूरी तय करती है, तो उसे एकसमान चाल से गतिमान कहा जाता है।
 - ऐसे मामलों में आरेख एक सीधी रेखा होती है। इस रेखा की ढाल या प्रवणता, चाल को दर्शाती है।



चित्र 1.13: एकसमान चाल से गतिमान वस्तु का दूरी-समय आरेख

❑ असमान चाल

- जब तय की गई दूरी समय के साथ बदलती है, तो आरेख गैर-रैखिक भिन्नताएँ प्रदर्शित करता है।
- वक्र का विशिष्ट आकार असमान गति की प्रकृति के बारे में जानकारी प्रदान करता है।

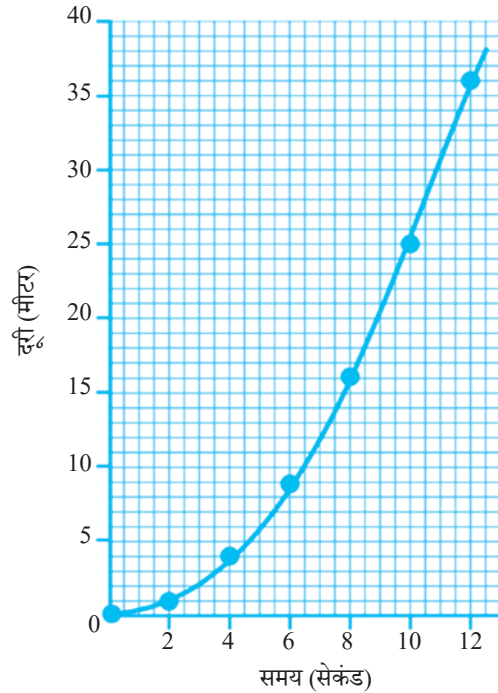
उदाहरण:

दूरी-समय आरेख का उपयोग करके किसी वस्तु की चाल निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित कदम उठाए जा सकते हैं:

- ❑ **दो बिंदुओं की पहचान करना:** आइए दूरी-समय आरेख पर दो बिंदुओं A और B पर विचार करें, जैसा कि चित्र 1.13 में दिखाया गया है।
- ❑ **समानांतर रेखाएँ खींचें:** बिंदु A से x-अक्ष के समानांतर एक रेखा खींचें और बिंदु B से y-अक्ष के समानांतर एक और रेखा खींचें। ये रेखाएँ एक बिंदु C पर प्रतिच्छेदित करती हैं, जिससे एक त्रिभुज ABC बनता है।
- ❑ **समय और दूरी निर्धारित करना:**
 - क्षैतिज रेखा खंड AC समय अंतराल ($t_2 - t_1$) को दर्शाता है।
 - ऊर्ध्वाधर रेखा खंड BC दूरी में परिवर्तन को इंगित करता है ($s_2 - s_1$)।

तालिका 1.1: किसी कार द्वारा एकसमान समयांतराल में तय की गई दूरी

समय (सेकंड में)	दूरी (मीटर में)
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36



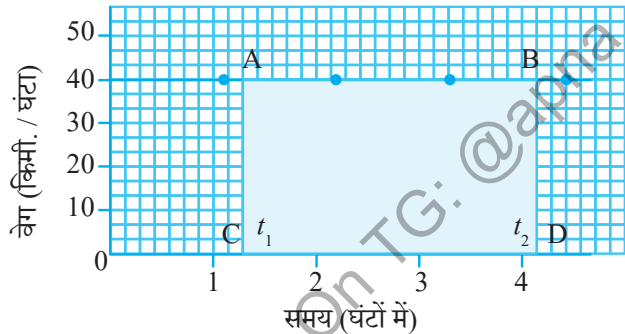
चित्र 1.14: असमान चाल से चल रही कार के लिए दूरी-समय आरेख

चाल की गणना: जैसे-जैसे वस्तु बिंदु A से बिंदु B की ओर बढ़ती है, समय अंतराल ($t_2 - t_1$) में इसकी स्थिति में परिवर्तन ($s_2 - s_1$) होता है। इसलिए इस अंतराल के दौरान वस्तु की औसत चाल (v) = $(s_2 - s_1) / (t_2 - t_1)$

इसके अलावा दूरी-समय आरेख त्वरित गति को भी निरूपित कर सकते हैं। उदाहरण के लिए तालिका 1.1 प्रत्येक दो सेकंड में एक कार द्वारा तय की गई दूरी को दर्शाती है, जो त्वरित गति को प्रदर्शित करती है।

वेग-समय आरेख

- ❑ ये आरेख दर्शाते हैं कि किसी वस्तु का वेग समय के साथ कैसे बदलता है।
 - x-अक्ष समय को दर्शाता है।
 - y-अक्ष वेग को दर्शाता है।
- ❑ **एकसमान वेग**
 - जब किसी वस्तु का वेग समय के साथ स्थिर रहता है, तो उसका आरेख एक क्षैतिज रेखा होता है।
 - दो समय बिंदुओं के बीच आरेख के नीचे का क्षेत्र वस्तु के विस्थापन को इंगित करता है।



चित्र 1.15: एक कार की एकसमान गति के लिए वेग-समय ग्राफ

आइए एक उदाहरण देखें

चित्र 1.15 में 40 किमी/घंटा की एकसमान चाल से गतिमान कार के वेग-समय आरेख को निरूपित किया गया है। एकसमान वेग से चलने वाली वस्तुओं के लिए उनके वेग और समय के गुणनफल से विस्थापन प्राप्त होता है। इसी प्रकार वेग-समय आरेख और समय अक्ष के बीच का क्षेत्रफल कुल विस्थापन को दर्शाता है।

चित्र 1.15 में आरेख का उपयोग करके समय अंतराल t_1 और t_2 के बीच कार द्वारा तय की गई दूरी का पता लगाने के लिए आपको यह करना चाहिए:

- लंबवत रेखाएँ खींचें: आरेख पर समय t_1 और t_2 के संगत बिंदुओं से विपरीत अक्षों पर लंबवत रेखाएँ खींचें।
- आरेख के मान को देखें: 40 किमी./घंटा की निरंतर गति को ऊर्ध्वाधर ऊँचाई (या तो AC या BD) द्वारा दर्शाया गया है। इस बीच क्षैतिज दूरी AB समय अंतराल ($t_2 - t_1$) को दर्शाती है।

तालिका 1.2: एकसमान समयांतराल पर कार का वेग

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

- दूरी की गणना: ($t_2 - t_1$) अवधि में कार द्वारा तय की गई दूरी:

$$s = (AC) \times (CD) = [(40 \text{ km/h}) (t_2 - t_1) \text{ h}] = 40 (t_2 - t_1) \text{ किलोमीटर}$$

यह दूरी, आयत ABDC के क्षेत्रफल से मेल खाती है।

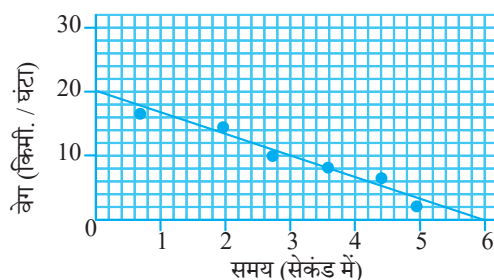
इसके अतिरिक्त समान रूप से त्वरित गति को समझने के लिए वेग-समय आरेख पर विचार करें। एक ऐसे परिदृश्य की कल्पना करें जहाँ एक कार सीधी सड़क पर इंजन परीक्षण से गुजरती है। कार में मौजूद एक पर्यवेक्षक अपने स्पीडोमीटर का उपयोग करके हर 5 सेकंड में वाहन की चाल को दर्ज करता है। तालिका 1.2 विभिन्न समय में मी/सेकंड और किमी/घंटा दोनों में कार के वेग को दर्शाती है।

□ एकसमान त्वरित गति

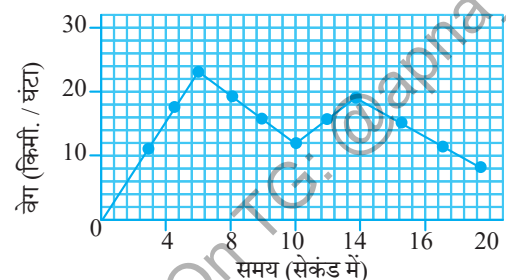
- यदि किसी वस्तु का वेग समान समय अंतराल में समान मात्रा में बदलता है, तो आरेख एक सीधी रेखा होगा जो जरूरी नहीं कि क्षैतिज हो।
- आरेख के नीचे का कुल क्षेत्रफल दूरी या विस्थापन के परिमाण को दर्शाता है। दूरी का पता लगाने के लिए इस क्षेत्र को आयतों और त्रिभुजों जैसी सरल ज्यामितीय आकृतियों में विभाजित किया जा सकता है।

□ असमान त्वरित गति

- असमान त्वरित गति के लिए वेग-समय आरेख अलग-अलग आकार-प्रकार के हो सकते हैं।
- आरेख के सटीक आकार की व्याख्या गति की विशेषताओं के आधार पर अलग-अलग तरीकों से की जा सकती है।



(a)



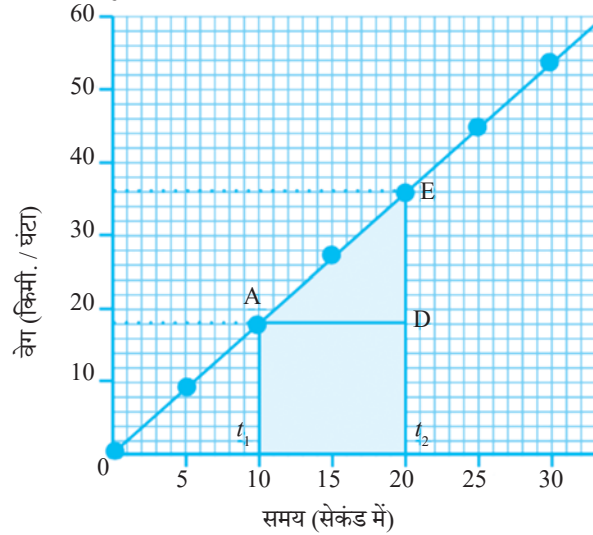
(b)

चित्र 1.16: असमान त्वरित गति में किसी वस्तु का वेग-समय आरेख

गति के समीकरण

जब कोई वस्तु सीधी रेखा में यात्रा करती है और एकसमान त्वरण का अनुभव करती है, तो यह अपनी विभिन्न गति से जुड़ी विशेषताओं (वेग, त्वरण और तय की गई दूरी) के बीच कुछ निश्चित संबंधों का पालन करती है। इन संबंधों को समीकरणों के एक वर्ग में समूहीकृत किया जाता है जिसे आमतौर पर 'गति के समीकरण' के रूप में संदर्भित किया जाता है। गति के तीन प्राथमिक समीकरण हैं:

- वेग-समय संबंध: $v = u + at$, यह समीकरण वस्तु के अंतिम वेग v को उसके प्रारंभिक वेग u , त्वरण a और गति के समय t से जोड़ता है।



चित्र 1.17: एकसमान त्वरण से गतिमान कार के लिए वेग-समय आरेख

- स्थिति-समय संबंध: $s = ut + \frac{1}{2} at^2$, यहाँ s समय t में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी या विस्थापन को दर्शाता है। यह वस्तु द्वारा तय की गई दूरी को उसके प्रारंभिक वेग, गति के समय और एकसमान त्वरण से जोड़ता है।
- स्थिति-वेग संबंध: $2as = v^2 - u^2$, यह समीकरण वस्तु के विस्थापन को उसके प्रारंभिक और अंतिम वेगों से जोड़ता है, जिसमें प्रत्यक्ष समय संदर्भ नहीं होता। इसे समय t कारक को हटाकर उपरोक्त दो समीकरणों से प्राप्त किया जा सकता है।
- ऊपर दिए गए समीकरणों में
 - u प्रारंभिक वेग को दर्शाता है।
 - v समय t के बाद अंतिम वेग को दर्शाता है।
 - a एकसमान त्वरण को दर्शाता है।
 - s समय t के दौरान तय की गई दूरी या विस्थापन है।

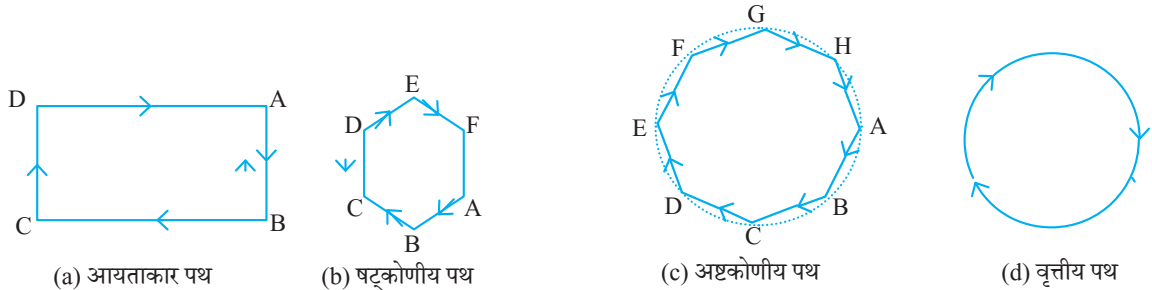
ये समीकरण समान त्वरण के साथ रैखिक गति का विश्लेषण करने के लिए एक मूलभूत ढाँचा प्रदान करते हैं। विशेष रूप से उन्हें आरेखीय तरीकों का उपयोग करके प्राप्त किया जा सकता है, जो भौतिक संबंधों को समझने और प्राप्त करने में आरेखीय निरूपण की शक्ति को दर्शाता है।

एकसमान वृत्तीय गति

- परिभाषा:** वह गति जिसमें कोई वस्तु वृत्ताकार पथ पर चलते हुए एकसमान गति बनाए रखती है, एकसमान वृत्तीय गति कहलाती है। त्वरण आमतौर पर किसी वस्तु की चाल में परिवर्तन से जुड़ा होता है। हालाँकि यह समझना महत्वपूर्ण है कि भले ही किसी वस्तु की चाल स्थिर रहे, लेकिन उसकी गति की दिशा में परिवर्तन भी त्वरण का गठन करता है।
- वृत्तीय गति को समझना:** एक धावक ट्रैक के चारों ओर दौड़ रहा है। एक आयताकार ट्रैक पर, जैसा कि चित्र 1.18 (a) में दर्शाया गया है, यदि एथलीट प्रत्येक रैखिक खंड (AB, BC, CD, DA) पर एक नियत गति बनाए रखता है, तो उसका वेग केवल तभी बदलता है जब वह किनारे पर मुड़ता है। यहाँ वह एक ही चक्कर के दौरान चार बार अपनी दिशा बदलता है।
- अब ट्रैक के आकार को परिवर्तित करते हैं। मान लीजिए कि यह षट्कोणीय है, जैसा कि चित्र 1.18 (b) में दर्शाया गया है। ऐसे ट्रैक पर धावक एक पूर्ण चक्कर में छह बार अपनी दिशा बदलता है। यदि हम अष्टकोणीय ट्रैक पर जाते हैं, चित्र 1.18 (c), तो मोड़ अधिक बार आते हैं और एथलीट एक चक्कर में आठ बार अपनी दिशा बदलता है।

- रोचक क्षण तब आता है जब हम अपने ट्रैक पर भुजाओं की संख्या बढ़ाते जाते हैं। जैसे-जैसे भुजाओं की संख्या अनंत के करीब पहुँचती है, प्रत्येक भुजा असीम रूप से छोटी होती जाती है और हमारा ट्रैक एक वृत्त में परिवर्तित हो जाता है।
- एक वृत्तीय ट्रैक पर एकसमान गति बनाए रखने वाले एथलीट के लिए, उसके वेग में एकमात्र उतार-चढ़ाव दिशा में निरंतर परिवर्तन के कारण होता है। चाल अपरिवर्तित होने के बावजूद दिशा में निरंतर परिवर्तन के कारण इस गति को त्वरित गति कहा जाता है।
- त्रिज्या r वाले एक वृत्तीय पथ की परिधि $2\pi r$ होती है। यदि हमारा धावक इस ट्रैक पर एक पूरा चक्कर लगाने में t सेकंड लेता है, तो उसकी चाल v की गणना इस प्रकार की जाती है:

$$v = 2\pi r/t$$



चित्र 1.18: विभिन्न आकृतियों के बंद पथ पर एक एथलीट की गति

एक व्यावहारिक उदाहरण (A Practical Illustration): कल्पना करें कि एक पत्थर को एक धागे से बाँधकर वृत्तीय पथ में घुमाया जाता है और फिर उसे छोड़ दिया जाता है। पत्थर एक सीधी रेखा में अपने वृत्तीय पथ के स्पर्श रेखा की दिशा में जाता है, क्यों?

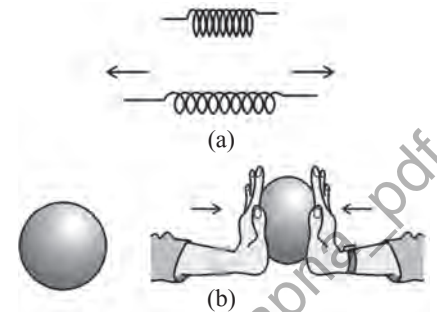
- छोड़े जाने के बिंदु पर, पत्थर उस गति दिशा को बनाए रखता है जो उस क्षण में था। यह व्यवहार इस बात की पुष्टि करता है कि एक वृत्तीय पथ में गति करते समय, पत्थर की दिशा प्रत्येक बिंदु पर परिवर्तित हो जाती है।
- इसी प्रकार, एथलेटिक प्रतिस्पर्द्धाओं के दौरान जब कोई एथलीट गोल-गोल घूमता है और फिर भाले को छोड़ता है, तो यह उस दिशा में जाता है, जिस दिशा में वह छोड़ने से पहले था, जो हमारे द्वारा घुमाए गए पत्थर के व्यवहार को प्रतिध्वनित करता है।
- कई रोजमर्रा के उदाहरण एकसमान वृत्तीय गति की अवधारणा को प्रदर्शित करते हैं, जैसे:
 - पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले चंद्रमा जैसे खगोलीय पिंड,
 - हमारे ग्रह के चारों ओर वृत्तीय पथ में घूमने वाले उपग्रह,
 - गोलाकार पथ पर एक स्थिर गति से साइकिल चलाता साइकिल-चालक।

बल और गति के नियम

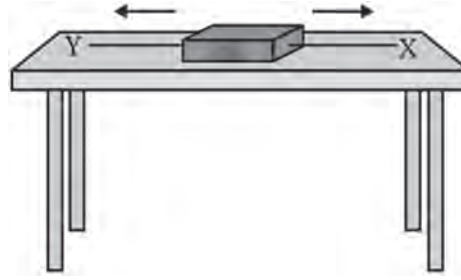
- ऐतिहासिक रूप से, विरामावस्था को किसी वस्तु की प्राकृतिक स्थिति माना जाता था जब तक कि गैलीलियो गैलिली और आइज़ैक न्यूटन ने गति पर एक नया दृष्टिकोण प्रस्तुत कर इस विश्वास को चुनौती नहीं दी।
- दैनिक जीवन में, हम देखते हैं कि किसी वस्तु की गति की स्थिति को बदलने के लिए एक बल (धक्का, प्रहार या खिंचाव) की आवश्यकता होती है, चाहे वह गति शुरू करे, इसे रोक दे, या इसके वेग में परिवर्तन करे।

संतुलित और असंतुलित बल

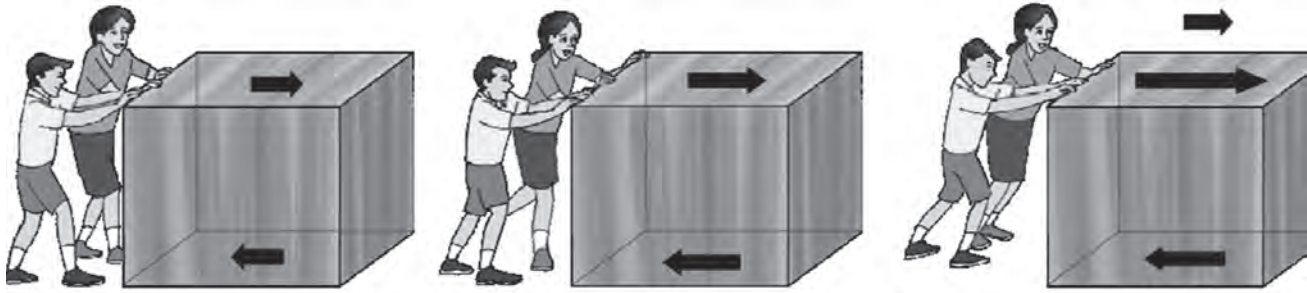
- बल या तो संतुलित या असंतुलित हो सकते हैं। जब समान परिमाण के दो बल विपरीत दिशाओं से किसी वस्तु पर कार्य करते हैं, तो वे संतुलित हो जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप वस्तु में कोई गति नहीं होती है।
- तथापि यदि परिमाण भिन्न हों तो वस्तु प्रबल बल की दिशा में गति करेगी। उदाहरण के लिए जब बच्चे किसी बॉक्स को किसी खुरदरे फर्श पर धकेलने की कोशिश करते हैं, तो घर्षण बल उनके धक्का देने वाले बल का प्रतिरोध करता है। यदि उनका बल घर्षण बल से अधिक होता है, तभी बॉक्स गति करता है।
 - इसी तरह साइकिल की सवारी करते समय जब हम पैडल मारना बंद कर देते हैं, तो घर्षण बल के कारण साइकिल धीमी होने लगती है।



चित्र 1.19: (a) बल लगाने पर स्प्रिंग का विस्तार होता है; (b) रबड़ की एक गोलाकार गेंद अंडाकार (Oblong) हो जाती है, जब हम उस पर बल लगाते हैं।

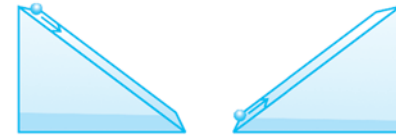


चित्र 1.20: लकड़ी के गुटके पर कार्यरत दो बल



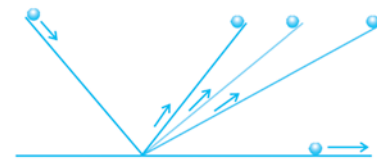
चित्र 1.21: बच्चे खुरदरे फर्श पर एक बक्से को धकेलने की कोशिश कर रहे हैं

- किसी वस्तु की गति की निरंतरता के लिए हमेशा असंतुलित बल के निरंतर अनुप्रयोग की आवश्यकता नहीं होती है। जब किसी वस्तु पर कार्य करने वाले बल संतुलित होते हैं तो वह एकसमान वेग से गति करती है। इसकी गति या दिशा को बदलने के लिए असंतुलित बल की आवश्यकता होती है।



(a)

(b)



(c)

चित्र 1.22: (a) कंचा की नीचे की ओर गति (b) झुके हुए तल पर कंचे की ऊपर की ओर गति और (c) दोहरे झुके हुए तल पर कंचे की गति

गति का प्रथम नियम

- गैलीलियो के अवलोकनों ने उन्हें यह निष्कर्ष निकालने के लिए प्रेरित किया कि वस्तुएँ बाह्य बल की अनुपस्थिति में एकसमान गति से गतिमान रहती हैं। न्यूटन ने इस विचार को और विकसित किया तथा गति की व्याख्या करने वाले तीन मूलभूत नियमों को तैयार किया, जिन्हें अब न्यूटन के गति के नियमों के रूप में जाना जाता है।
- **जड़त्व का नियम:** पहला नियम, जिसे अक्सर जड़त्व का नियम कहा जाता है, के अनुसार कोई वस्तु तब तक स्थिर अवस्था में या एक सीधी रेखा में एकसमान गति में रहेगी जब तक उस पर कोई बाह्य बल न लगाया जाए।
- यह सिद्धांत विभिन्न घटनाओं की व्याख्या करता है, जैसे जब कोई कार अचानक रुकती है तो आगे बढ़ने की हमारी प्रवृत्ति या बस के अचानक चलने पर पीछे की ओर झुकने की हमारी प्रवृत्ति।

गैलीलियो गैलिली के बारे में:

- वर्ष 1564 में इटली के पीसा में गैलीलियो का जन्म हुआ। उनकी प्रारंभ से ही गणित और वैज्ञानिक दर्शन में विशेष रुचि थी। शुरुआत में मेडिकल डिग्री के लिए दाखिला लिए, लेकिन गणित के प्रति अपनी रुचि के कारण उन्होंने इसे कभी पूरा नहीं किया।
- उनकी पुस्तक, 'द लिटिल बैलेंस (The Little Balance)' ने सापेक्ष घनत्व निर्धारित करने के लिए आर्किमिडीज की पद्धति का परिचय दिया। वर्ष 1589 में गति पर उनके निबंधों ने गिरते हुए पिंडों के बारे में सिद्धांत प्रस्तुत किए।
- गैलीलियो न केवल एक वैज्ञानिक थे बल्कि एक अद्भुत शिल्पकार भी थे। उन्होंने बेहतर दूरबीनें विकसित कीं और पहली लोलक घड़ी भी तैयार की।
- उनके खगोलीय अवलोकन, जैसे चंद्रमा पर पहाड़ों को देखना, आकाशगंगा और बृहस्पति की परिक्रमा करने वाले पिंडों को देखना, महत्वपूर्ण थे।
- अपने अध्ययनों के माध्यम से उन्होंने तत्कालीन लोकप्रिय धारणा का खंडन करते हुए तर्क दिया कि सभी ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं, पृथ्वी की नहीं।



जड़त्व और द्रव्यमान:

- चर्चा किए गए सभी उदाहरण और गतिविधियाँ उस प्रतिरोध पर जोर देती हैं जो एक वस्तु अपनी गति की स्थिति को बदलने के लिए प्रदान करती है, इस गुण को जड़त्व कहा जाता है।
- विरामावस्था की वस्तुओं की प्रवृत्ति विरामावस्था को बनाए रखने की होती है, और गतिमान वस्तुओं की प्रवृत्ति गति की अवस्था को बनाए रखने की होती है।
- सभी पिंडों में जड़त्व का स्तर समान नहीं होता है। उदाहरण के लिए खाली डिब्बे को धकेलना पुस्तकों से भरे डिब्बे को धकेलने से आसान होता है।
- यदि हम एक फुटबॉल और समान आकार के पत्थर की तुलना करते हैं, तो पत्थर को लात मारकर उछालने की तुलना में फुटबॉल को उछालना आसान और कम हानिकारक होता है।
- सिक्कों वाले खेल में पाँच रुपये के सिक्के को एक रुपये के सिक्के की तुलना में चलाने के लिए अधिक बल की आवश्यकता होती है।
- अधिक द्रव्यमान वाली वस्तुओं जैसे- ट्रेन का, कम द्रव्यमान वाली वस्तुओं जैसे गाड़ी, की तुलना में अधिक जड़त्व होता है।
- किसी वस्तु का जड़त्व मात्रात्मक रूप से उसके द्रव्यमान द्वारा मापा जाता है।
- जड़त्व किसी वस्तु का अपनी गति या विरामावस्था की स्थिति को बदलने के लिए अंतर्निहित प्रतिरोध है। वस्तु का द्रव्यमान मात्रात्मक रूप से इस प्रतिरोध या जड़त्व को मापता है।

विचारणीय बिंदु

जड़त्व के नियम के अनुसार कोई वस्तु तब तक स्थिर अवस्था में या एक सीधी रेखा में एकसमान गति में होगी, जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल न लगाया जाए। वस्तु का द्रव्यमान भी जड़त्व को प्रभावित करता है। आपके अनुसार, चलती बस में अचानक ब्रेक लगाने से कौन अधिक प्रभावित होगा - एक मोटा व्यक्ति या एक पतला व्यक्ति?

**गति का दूसरा नियम**

- गति का दूसरा नियम यह निर्दिष्ट करता है कि किसी वस्तु पर असंतुलित बाह्य बल के परिणामस्वरूप उसके वेग में परिवर्तन होता है, जिससे त्वरण उत्पन्न होता है।
- **रोजमर्रा के अवलोकन:** टेबल टेनिस की गेंद से खिलाड़ी को चोट नहीं लगती, लेकिन तीव्र गति से आती हुई क्रिकेट की गेंद से चोट लग सकती है। एक स्थिर ट्रक खतरा नहीं है, लेकिन एक चलती हुई ट्रक घातक हो सकती है। एक गोली, हालाँकि द्रव्यमान में छोटी होती है, लेकिन फायर किए जाने पर जानलेवा हो सकती है।
- ये अवलोकन इस बात पर प्रकाश डालते हैं कि वस्तुओं द्वारा उत्पन्न प्रभाव उनके द्रव्यमान और वेग पर निर्भर करता है।
- किसी वस्तु को त्वरित करने के लिए, उच्च वेग प्राप्त करने हेतु अधिक बल की आवश्यकता होती है।
- **संवेग:** संवेग (p) को, किसी वस्तु के द्रव्यमान (m) और वेग (v) के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया जाता है:

$$p = mv$$

- संवेग में परिमाण और दिशा दोनों होते हैं। इसकी दिशा वेग की दिशा के समान होती है।
- इसका SI मात्रक किलोग्राम-मीटर प्रति सेकंड (kg m/s) है।
- असंतुलित बल वस्तु के संवेग में परिवर्तन लाता है।
- **निष्क्रिय बैटरी वाली कार का उदाहरण:** यह अचानक धक्का देने से स्टार्ट नहीं होती, लेकिन देर तक लगातार धक्का देने से यह इतनी गति पकड़ लेती है कि इसका इंजन स्टार्ट हो सकता है। इसका तात्पर्य यह है कि गति में परिवर्तन बल के परिमाण और बल के कार्य करने की अवधि दोनों से प्रभावित होता है।
- गति का दूसरा नियम यह बताता है कि किसी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर उस पर लगाए गए असंतुलित बल के समानुपाती होती है तथा यह बल की दिशा में होता है।

विचारणीय बिंदु

आपके अनुसार, अगर क्रिकेट की गेंद और गोली दोनों समान गति से फेंकी जाएँ, तो कौन ज़्यादा चोट पहुँचाएगा या दोनों का प्रभाव समान होगा? संवेग उत्पन्न करने में द्रव्यमान और वेग की क्या भूमिका होती है?

**गति के दूसरे नियम का गणितीय निरूपण**

- **प्रारंभिक व्यवस्था:** द्रव्यमान m की एक वस्तु पर विचार करें जो एक सीधी रेखा में चलती है। इसका प्रारंभिक वेग u है और एक स्थिर बल F के कारण एक सामान त्वरण से समय t पर इसका वेग v हो जाता है।
- प्रारंभिक संवेग: $p_1 = mu$
- अंतिम संवेग: $p_2 = mv$



चित्र 1.23: एक फिल्डर कैच पकड़ते समय चलती गेंद के साथ धीरे-धीरे अपने हाथ खींचता है

□ संवेग में परिवर्तन:

- संवेग में परिवर्तन $(\Delta p) \propto p_2 - p_1$
- $\Delta p \propto mv - mu$
- $\Delta p \propto m \times (v - u)$

□ संवेग में परिवर्तन की दर:

- $(\Delta p/t) \propto m \times (v - u)/t$

□ लगाया गया बल:

- $F \propto m \times (v - u)/t$
- $F = km \times (v - u)/t$
- $F = kma$ (k आनुपातिकता नियतांक है।)

□ SI मात्रक: द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम (kg) है और त्वरण का मात्रक मी./सेकंड² है।

- बल की एक इकाई इस प्रकार परिभाषित की जाती है कि k का मान एक हो जाता है। इसलिए, **बल की 1 इकाई** $= k \times (1 \text{ kg}) \times (1 \text{ ms}^{-2})$

□ इसलिए $F = ma$ (गति के दूसरे नियम का गणितीय निरूपण है)। न्यूटन (N) बल का मात्रक है।

□ दैनिक जीवन के अवलोकन:

- एक क्रिकेट फिल्डर गेंद को पकड़ते समय अपने हाथों को पीछे खींचता है ताकि गेंद के वेग को कम करने में लगने वाला समय बढ़ जाए, जिससे गेंद का त्वरण और टक्कर का प्रभाव कम हो जाता है।
- एक ऊँची कूद प्रतियोगिता में एथलीट अपने संवेग को शून्य करने में लगने वाले समय को बढ़ाने के लिए गद्देदार या रेत की सतह पर कूदते हैं, जिससे संवेग में परिवर्तन और टक्कर के बल में कमी आती है।
- एक कराटे खिलाड़ी की एक झटके में बर्फ के टुकड़े को तोड़ने की क्षमता को भी गति के दूसरे नियम का उपयोग करके समझाया जा सकता है।

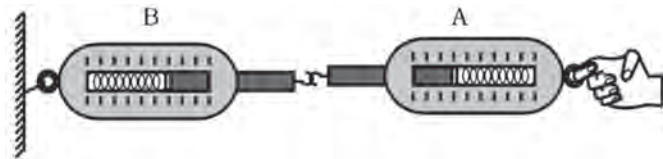
□ गति के प्रथम नियम से संबंध

- पहला नियम (अर्थात् कोई वस्तु तब तक विरामावस्था में या एक सीधी रेखा में एकसमान गति में रहेगी जब तक उस पर कोई बाह्य बल न लगाया जाए), दूसरे नियम के गणितीय सूत्र से प्राप्त किया जा सकता है।
- चूँकि $F = ma$, यदि $F = 0$, तो $v = u$ किसी भी समय t के लिए। यदि वस्तु विराम ($u = 0$) से प्रारंभ होती है, तो यह विरामावस्था में ही रहेगी ($v = 0$)।

गति का तीसरा नियम

□ अवलोकन: गति का तीसरा नियम दो वस्तुओं द्वारा एक-दूसरे पर लगाए गए बलों से संबंधित है। जब एक वस्तु दूसरी वस्तु पर बल लगाती है, तो दूसरी वस्तु पहली वस्तु पर विपरीत दिशा में समान बल लगाती है।

- ये बल, जिन्हें क्रिया और प्रतिक्रिया बल कहा जाता है, हमेशा अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं।



चित्र 1.24: क्रिया-प्रतिक्रिया बल (समान और विपरीत दिशा में)

□ फुटबॉल के खेल का उदाहरण: फुटबॉल के खेल में जब खिलाड़ी टकराते हैं, तो प्रत्येक खिलाड़ी टक्कर का प्रभाव महसूस करता है क्योंकि वे एक-दूसरे पर बल लगाते हैं। इस परस्पर क्रिया के परिणामस्वरूप बलों का एक युग्म सृजित होता है।

□ स्प्रिंग तुला प्रयोग: एक साथ जुड़े दो स्प्रिंग तुलाएँ का उपयोग करते हुए, यदि एक तुला पर बल लगाया जाता है, तो दोनों विपरीत दिशाओं में समान अंकन (रीडिंग) दिखाते हैं। यह तीसरे नियम को दर्शाता है क्योंकि एक तुला द्वारा दूसरे पर लगाया गया बल दूसरे तुला द्वारा पहले पर लगाए गए विपरीत बल के बराबर होता है।

□ यह तीसरे नियम के लिए एक वैकल्पिक विवरण प्रदान करता है: 'प्रत्येक क्रिया के लिए एक समान और विपरीत प्रतिक्रिया होती है।' हालाँकि ये बल दो अलग-अलग वस्तुओं पर कार्य करते हैं।

विचारणीय बिंदु

गति का तीसरा नियम कहता है कि हर क्रिया की बराबर और विपरीत प्रतिक्रिया होती है। इस तर्क से, यद्यपि यह स्पष्ट है कि पृथ्वी वस्तुओं को आकर्षित करती है, जैसे पेड़ से गिरने वाला सेब, क्या इसका विपरीत भी सत्य है? क्या आप इस विषय में उस परिवर्तनशील कारक के बारे में सोच सकते हैं जो पृथ्वी को सेब की ओर बढ़ने से रोकता है?



- ❑ **चलने का उदाहरण:** जब कोई व्यक्ति चलने की कोशिश करता है, तो वह जमीन को पीछे की ओर धकेलता है। बदले में जमीन बराबर और विपरीत बल आगे की ओर लगाती है, जिससे व्यक्ति वांछित दिशा में आगे बढ़ता है।
- ❑ **त्वरण एवं द्रव्यमान:** यद्यपि क्रिया और प्रतिक्रिया बल समान होते हैं, लेकिन यदि वस्तुओं का द्रव्यमान भिन्न-भिन्न हो तो वे समान त्वरण उत्पन्न नहीं कर सकते हैं।
- ❑ **बंदूक और गोली का उदाहरण:** जब बंदूक से गोली चलाई जाती है, तो बंदूक गोली को आगे की ओर धकेलने के लिए बल लगाती है। गोली बंदूक पर पीछे की ओर बराबर बल लगाती है, जिसके परिणामस्वरूप बंदूक पीछे हटती है। बंदूक, गोली से बहुत भारी होता है, इसलिए बल बराबर होने के बावजूद गोली की तुलना में उसका त्वरण कम होता है।
- ❑ **नाविक तथा नाव का उदाहरण:** यदि नाविक नाव से आगे की ओर कूदता है, तो नाव पीछे की ओर बढ़ती है। नाविक द्वारा जल या जमीन पर लगाए गए आगे की ओर बल की प्रतिक्रिया नाव पर जल या जमीन द्वारा सामान विपरीत बल द्वारा किया जाता है।



चित्र 1.25: गोली पर आगे की ओर लगता बल और बंदूक का पीछे हटना



चित्र 1.26 : जैसे ही नाविक आगे की दिशा में कूदता है, नाव पीछे की ओर चलती है

गुरुत्वाकर्षण

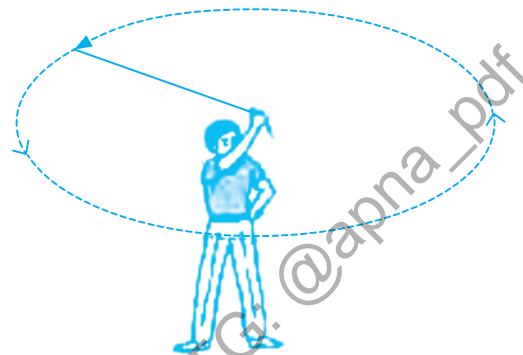
गुरुत्वाकर्षण वह बल है जो द्रव्यमान वाली वस्तुओं के बीच आकर्षण के लिए उत्तरदायी है। यह आकाशीय पिंडों और पृथ्वी की ओर गिरने वाली वस्तुओं की गति के लिए उत्तरदायी है। सर आइज़ैक न्यूटन ने गुरुत्वाकर्षण बल की अवधारणा का प्रतिपादन किया।

❑ चंद्रमा की गति (Moon's Motion)

- चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाता है।
- न्यूटन ने प्रतिपादित किया कि वह बल जो एक सेब के जमीन पर गिरने का कारण बनता है, चंद्रमा को पृथ्वी के चारों ओर अपनी कक्षा में बनाए रखता है।
- हालाँकि चंद्रमा पृथ्वी की ओर गिरे बिना उसकी परिक्रमा करता हुआ प्रतीत होता है, लेकिन यहीं पर अभिकेंद्रीय बल की अवधारणा कार्य करती है।

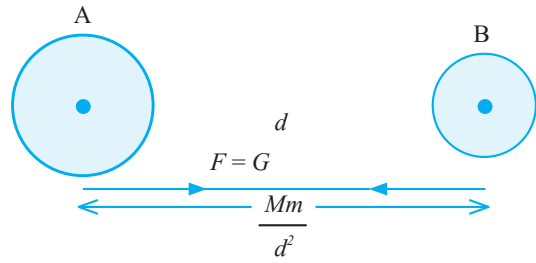
❑ **अभिकेंद्रीय बल (Centripetal Force):** जब कोई वस्तु वृत्ताकार पथ में गति करती, तो वह बल जो उसे उस पथ पर गतिमान रखता है और उसे एक सीधी रेखा में जाने से रोकता है, अभिकेंद्रीय बल कहलाता है।

- इस बल के बिना, गति में एक वस्तु एक सीधी रेखा में चली जाएगी, जो वृत्तीय पथ की स्पर्शरेखा की दिशा में होगी।
- **चंद्रमा और अभिकेंद्रीय बल:** पृथ्वी के चारों ओर चंद्रमा की परिक्रमा को अभिकेंद्रीय बल के कारण माना जा सकता है। यह बल पृथ्वी और चंद्रमा के बीच गुरुत्वीय आकर्षण का परिणाम है। यदि गुरुत्वाकर्षण बल नहीं हो, तो चंद्रमा पृथ्वी के चारों ओर चक्कर नहीं लगाएगा, बल्कि एक सीधी रेखा में गति करेगा।



चित्र 1.27: पत्थर द्वारा नियत परिमाण के वेग से वृत्ताकार पथ में गति

- **सेब और पृथ्वी का आकर्षण:** यद्यपि यह स्पष्ट है कि पृथ्वी वस्तुओं को आकर्षित करती है, जैसे पेड़ से गिरता सेब लेकिन इसका विपरीत भी सत्य है। न्यूटन के तीसरे नियम के अनुसार, सेब पृथ्वी पर बराबर और विपरीत गुरुत्वाकर्षण बल लगाता है।
 - हालाँकि पृथ्वी और सेब के बीच द्रव्यमान में अत्यधिक अंतर के कारण सेब की ओर पृथ्वी का परिणामी त्वरण नगण्य और अगोचर होता है।
- **आकाशीय पिंड और गुरुत्वाकर्षण:** हमारे सौर मंडल में ग्रह सूर्य के चारों ओर घूमते हैं क्योंकि सूर्य उन पर गुरुत्वाकर्षण बल लगाता है। न्यूटन ने इन अवलोकनों से यह निष्कर्ष निकाला कि ब्रह्मांड में सभी वस्तुएँ एक-दूसरे पर गुरुत्वाकर्षण बल लगाती हैं, चाहे उनका आकार कुछ भी हो।
- गुरुत्वाकर्षण एक सार्वभौमिक बल है जो द्रव्यमान वाली वस्तुओं को एक-दूसरे की ओर आकर्षित करता है। यह बल हमारे ब्रह्मांड के लिए महत्वपूर्ण है, जो आकाशीय पिंडों की गति को नियंत्रित करता है और पृथ्वी पर वस्तुओं के व्यवहार को निर्धारित करता है।



चित्र 1.28: दो समान वस्तुओं के बीच गुरुत्वाकर्षण बल उनके केंद्रों को मिलाने वाली रेखा के अनुदिश निर्देशित होता है

गुरुत्वाकर्षण का सार्वभौमिक नियम

- ब्रह्मांड में प्रत्येक वस्तु अन्य वस्तु को एक ऐसे बल से आकर्षित करती है जो उनके द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती और उनके केंद्रों के बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- **गणितीय निरूपण:** दो वस्तुएँ A और B जिनके द्रव्यमान क्रमशः M और m हैं तथा इनके बीच की दूरी d है:

$$F \propto M \times m$$

$$F \propto 1/d^2$$

उपर्युक्त दोनों से,

$$F \propto M \times m/d^2$$

$$\text{या } F = G (M \times m/d^2)$$

जहाँ G सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक है।

- **G का मान:** स्थिरांक G, जिसे सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक कहा जाता है, का स्वीकृत मान है:

$$F \times d^2 = G (M \times m)$$

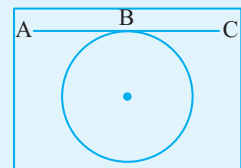
$$\text{या } G = F \times d^2 / M \times m$$

- यह मान हेनरी कैवेंडिश द्वारा एक संवेदनशील तुला का उपयोग करके निर्धारित किया गया था।
- **प्रत्यक्षता (Perceptibility):** हालाँकि इस नियम का अर्थ है कि किन्हीं दो वस्तुओं (जैसे- आप और आपके मित्र) के बीच एक गुरुत्वाकर्षण बल है, लेकिन यह आमतौर पर गोचर होने के लिए बहुत कमजोर होता है जब तक कि कम-से-कम एक वस्तु का द्रव्यमान बहुत बड़ा न हो, जैसे कि कोई ग्रह।
- **सार्वभौमिकता (Universality):** पिंडों की प्रकृति, आकार या अवस्थिति पर निर्भरता के बिना, यह नियम सार्वभौमिक रूप से लागू होता है। उदाहरण के लिए यदि दो वस्तुओं के बीच की दूरी दुगुनी (2 गुना बढ़ जाती है) कर दी जाए, तो उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल अपने मूल मान का एक-चौथाई (1/4) हो जाता है।

गुरुत्वाकर्षण के सार्वभौमिक नियम का महत्व

- **अनुप्रयोग:** गुरुत्वाकर्षण का सार्वभौमिक नियम ब्रह्मांड की व्यापक संरचना और व्यवहार, जिसमें सेबों के पेड़ों से गिरने से लेकर आकाशगंगाओं की जटिल क्रियाविधियाँ तक शामिल हैं, को समझने हेतु आधारभूत नियम है।
- गुरुत्वाकर्षण का सार्वभौमिक नियम महत्वपूर्ण है क्योंकि यह कई घटनाओं की समझ को एकीकृत करता है। इनमें से कुछ सामान्य नियम नीचे सूचीबद्ध हैं:
 - **पृथ्वी का आकर्षण:** यह व्याख्या करता है कि चीजें पृथ्वी की ओर क्यों गिरती हैं।
 - **चंद्रमा की कक्षा:** पृथ्वी के चारों ओर चंद्रमा की गति उनके बीच गुरुत्वाकर्षण बल के कारण होती है।

वृत्त की स्पर्श रेखा: वह सीधी रेखा जो वृत्त को बिना प्रतिच्छेद किए केवल एक बिंदु पर स्पर्श करती है, स्पर्श रेखा कहलाती है।



विचारणीय बिंदु

वस्तु का द्रव्यमान पिंड के मुक्त रूप से गिरने को प्रभावित करता है। आपके अनुसार समान ऊँचाई से गिराए जाने पर कौन पहले जमीन पर गिरेगा: लोहे की गेंद या पंख? क्या आप परिणाम की कल्पना कर सकते हैं जब निर्वात में इसी प्रकार का प्रयोग किया जाता है? इन दोनों स्थितियों में परिणाम अलग-अलग क्यों होते हैं?



- ग्रहों की गति: ग्रह गुरुत्वाकर्षण बलों के कारण सूर्य की परिक्रमा करते हैं।
- ज्वारीय घटनाएँ: महासागरों में ज्वार-भाटा चंद्रमा द्वारा लगाए गए गुरुत्वाकर्षण बल से काफी प्रभावित होता है और कुछ हद तक सूर्य द्वारा लगाए गए गुरुत्वाकर्षण बल से भी प्रभावित होता है।

मुक्त रूप से गिरती वस्तुएँ

- वस्तुओं को मुक्त रूप से गिरता हुआ तब कहा जाता है जब वे केवल पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल से प्रभावित होती हैं और उन पर कोई अन्य बल (जैसे- वायु प्रतिरोध) कार्य नहीं करता है।
- गुरुत्वीय त्वरण (g): मुक्त रूप से गिरने वाली वस्तुएँ पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण खिंचाव के कारण पृथ्वी की ओर त्वरण का अनुभव करती हैं। इस त्वरण को गुरुत्वीय त्वरण g (मात्रक: मीटर / सेकंड²) से प्रदर्शित किया जाता है और इसे 'गुरुत्वीय त्वरण' कहा जाता है।

- गिरती हुई वस्तु पर गुरुत्वाकर्षण बल

$$F = mg$$

जहाँ m = वस्तु का द्रव्यमान;

g = गुरुत्वीय त्वरण

- सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक के साथ संबंध

$$mg = G (M \times m/d^2)$$

$$\text{या } g = G (M/d^2),$$

जहाँ: G = सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण स्थिरांक,

M = पृथ्वी का द्रव्यमान,

d = पृथ्वी की त्रिज्या (R) है।

- अक्षांश के साथ भिन्नता: पृथ्वी पूर्ण रूप से गोलाकार नहीं है, यह ध्रुवों पर थोड़ी चपटी है और भूमध्य रेखा पर उभरी हुई है। इस प्रकार ध्रुवों पर g का मान भूमध्य रेखा की तुलना में थोड़ा अधिक होता है।

गुरुत्वीय त्वरण (g) के मान की गणना

- ज्ञात मानों का उपयोग करते हुए: $g = G (M / R^2)$

$$\text{विभिन्न मानों का उपयोग करते हुए: } g = (6.7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 / \text{kg}^{-2}) \times (6 \times 10^{24} \text{ kg}) / (6.4 \times 10^6 \text{ m})^2$$

गणना के बाद, हमें $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ प्राप्त होता है।

इसलिए पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण का मानक मान $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ है।

गुरुत्वीय प्रभाव के तहत गति

- गैलीलियो का प्रयोग (Galileo's Experiment)

- गैलीलियो ने पीसा की झुकी हुई मीनार से एक प्रयोग में प्रदर्शित किया कि वायु प्रतिरोध के अभाव में सभी वस्तुएँ, चाहे उनका द्रव्यमान कुछ भी हो, समान दर से गिरती हैं।

- मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तु में गति के समीकरण (Equations of Motion in Free Fall)

- पृथ्वी की सतह के समीप गैस के एकसमान होने के कारण समान रूप से त्वरित गति के समीकरण लागू होते हैं। यहाँ त्वरण a को g से प्रतिस्थापित किया जाता है:

$$\bullet \quad v = u + gt$$

$$\bullet \quad s = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\bullet \quad v^2 = u^2 + 2gs$$

- यहाँ, u = प्रारंभिक वेग, v = अंतिम वेग, s = समय t में तय की गई दूरी

- g की दिशा तब धनात्मक ली जाती है जब वह गति (नीचे की ओर) की दिशा में होती है और जब इसका विरोध (जैसे किसी वस्तु को ऊपर की ओर फेंके जाने की स्थिति में) करती है तो ऋणात्मक लिया जाता है।

द्रव्यमान

- ❑ **परिभाषा:** द्रव्यमान किसी वस्तु में निहित पदार्थ की मात्रा का माप है।
- ❑ **जड़त्व और द्रव्यमान:** किसी वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक होगा, उसमें जड़त्व उतना ही अधिक होगा। जड़त्व किसी भी भौतिक वस्तु की गति की अवस्था में किसी भी परिवर्तन के प्रति प्रतिरोध है।
- ❑ **अपरिवर्तनीयता:** किसी वस्तु का द्रव्यमान उसकी अवस्थिति से स्वतंत्र होता है। चाहे वस्तु पृथ्वी पर हो, चंद्रमा पर हो, बाह्य अंतरिक्ष में हो या ब्रह्मांड में कहीं भी हो, उसका द्रव्यमान नहीं बदलेगा। यह गुण द्रव्यमान को अदिश और सार्वभौमिक रूप से अपरिवर्तनीय बनाता है।

विचारणीय बिंदु

वस्तु का द्रव्यमान फ्री फॉल या मुक्त रूप से गिरने को प्रभावित करता है। जब कोई व्यक्ति भूमध्य रेखा पर होता है या जब वह ध्रुवों के पास होता है, तो उसका भार बदलता है। क्या आप बता सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है? साथ ही, क्या व्यक्ति का द्रव्यमान इन दोनों स्थानों पर भिन्न-भिन्न होता है?



भार

- ❑ **परिभाषा:** भार गुरुत्वाकर्षण के कारण किसी वस्तु पर लगाया जाने वाला बल है। यह वह बल है जिसके द्वारा कोई वस्तु किसी बड़े पिंड, जैसे कि ग्रह, की ओर आकर्षित होती है।
- ❑ **भार और द्रव्यमान के बीच संबंध:** भार किसी वस्तु के द्रव्यमान और उस विशेष स्थान पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण दोनों पर निर्भर करता है।
 - गणितीय रूप से इसे इस प्रकार दर्शाया जा सकता है:

$$W = m \times g$$

जहाँ W = वस्तु का भार (न्यूटन में)
 m = वस्तु का द्रव्यमान (किलोग्राम में)
 g = गुरुत्वीय त्वरण

- ❑ **मात्रक:** चूँकि भार एक बल है, इसलिए इसका SI मात्रक न्यूटन (N) है।
- ❑ **दिशा:** भार एक सदिश राशि है क्योंकि इसमें परिमाण (बल की मात्रा) और दिशा (विशाल पिंड के केंद्र की ओर, आमतौर पर पृथ्वी के केंद्र की ओर नीचे की ओर) दोनों होते हैं।
- ❑ **परिवर्तनशीलता:** किसी वस्तु का भार इस बात पर निर्भर करता है कि वह कहाँ है? उदाहरण के लिए चंद्रमा पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी की तुलना में कम होगा क्योंकि चंद्रमा का गुरुत्वीय त्वरण कम है। इसके विपरीत उस वस्तु का द्रव्यमान अवस्थिति से स्वतंत्र नियत बना रहता है।
- ❑ **भार के माध्यम से द्रव्यमान को मापना:** दैनिक जीवन में और पृथ्वी पर कई मानक स्थितियों में, चूँकि g का मान अपेक्षाकृत स्थिर होता है, हम अक्सर द्रव्यमान को अप्रत्यक्ष रूप से मापने के लिए भार का उपयोग करते हैं। जब हम कहते हैं कि किसी चीज का भार 10 किलोग्राम है, तो तकनीकी रूप से यह शब्दों का दुरुपयोग है, लेकिन पृथ्वी की सतह पर लगभग नियत गुरुत्वाकर्षण के कारण इसे बोलचाल की भाषा में समझा जाता है।
- ❑ यद्यपि द्रव्यमान एक अदिश राशि है जो किसी वस्तु की अवस्थिति से स्वतंत्र नियत बना रहता है, भार एक सदिश राशि है जो स्थानिक गुरुत्वीय बलों के आधार पर भिन्न हो सकता है। यह अंतर भौतिकी, खगोल विज्ञान और अंतरिक्ष अन्वेषण जैसे क्षेत्रों में महत्वपूर्ण है, जहाँ वस्तुओं को विभिन्न गुरुत्वीय क्षेत्रों में अवलोकन या प्रयोग किया जा सकता है।

चंद्रमा पर किसी वस्तु का भार

- ❑ **अवधारणा:** जिस तरह पृथ्वी पर वस्तुओं का भार पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण होता है, उसी तरह चंद्रमा पर भी उनका भार चंद्रमा के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण होता है। हालाँकि चंद्रमा का गुरुत्वाकर्षण बल पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल से कमजोर है क्योंकि चंद्रमा का द्रव्यमान कम है।
- ❑ **पृथ्वी से तुलना:** चंद्रमा पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी पर उसके वजन का छठा हिस्सा ($1/6$) होता है। इसका अर्थ है कि अगर आपका भार पृथ्वी पर 60 किलोग्राम है, तो चंद्रमा पर आपका भार केवल 10 किलोग्राम होगा।

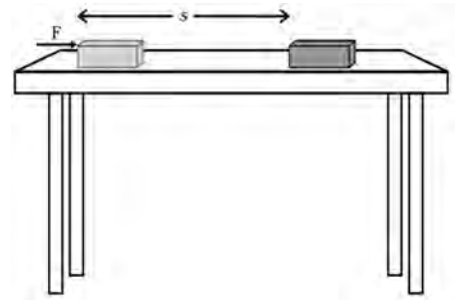
कार्य तथा ऊर्जा

जीवन प्रक्रियाएँ और ऊर्जा

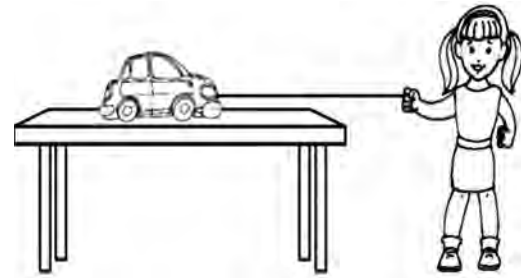
- ❑ सभी जीवित प्राणियों को अपनी जैव प्रक्रम और गतिविधियों के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अधिक प्रबल गतिविधियों के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसी तरह जंतुओं को भी विभिन्न गतिविधियों जैसे- दौड़ने, कूदने या खतरों से दूर जाने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
- ❑ दूसरी ओर, मशीनों को चलाने के लिए अक्सर पेट्रोल और डीजल जैसे ईंधन की आवश्यकता होती है।

कार्य**□ दैनिक अवधारणा**

- सामान्य भाषा में किसी भी शारीरिक या मानसिक श्रम को कार्य माना जाता है। हालाँकि वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार, कई गतिविधियाँ जिन्हें हम 'कड़ी मेहनत' मानते हैं, उनमें नगण्य से शून्य 'कार्य' हो सकता है।
- उदाहरण के लिए, जब हम अपनी पूरी शक्ति से एक विशाल चट्टान को धक्का देते हैं, लेकिन इसे स्थानांतरित करने में विफल रहते हैं, या किसी भार को बिना स्थानांतरित किए पकड़े रहते हैं, तो यह विज्ञान में कार्य नहीं माना जाता है, भले ही वे हमें थका दें।
- सीढ़ियों या पेड़ पर चढ़ने में कार्य करना पड़ता है क्योंकि इसमें किसी बल के विरुद्ध विस्थापन होता है।

**चित्र 1.29:** बल विस्थापन की दिशा में लग रहा है।**□ कार्य की वैज्ञानिक अवधारणा**

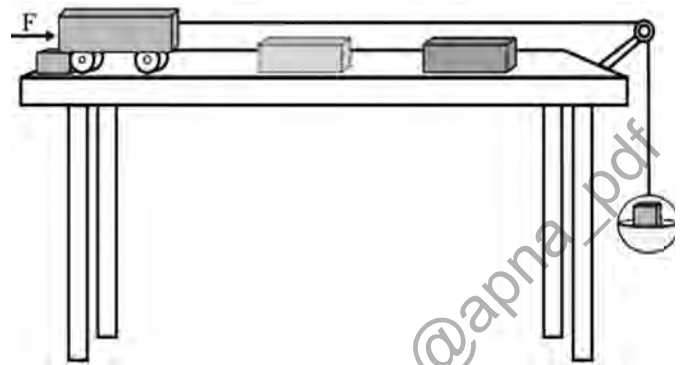
- एक कंकड़ को स्थानांतरित करना, एक ट्रॉली खींचना और एक किताब उठाना सभी उदाहरण हैं जहाँ वैज्ञानिक अवधारणा में कार्य किया जाता है।
- विज्ञान में कार्य होने के लिए दो शर्तों को पूरा किया जाना चाहिए:
 - किसी वस्तु पर बल लगना चाहिए।
 - वस्तु का विस्थापन होना चाहिए।
- यदि कोई भी शर्त पूरी नहीं हुई है, तो कार्य नहीं किया गया है।

**चित्र 1.30:** एक बच्चा खिलौना कार को धरातल के समानांतर खींचता है।**□ एक नियत बल द्वारा किया गया कार्य**

- कार्य को बल तथा बल की दिशा में विस्थापन के गुणनफल के रूप में परिभाषित किया जाता है: $W = F \times s$
- कार्य में केवल परिमाण होता है, दिशा नहीं।
- कार्य का मात्रक न्यूटन-मीटर (N·m) या जूल (J) होता है।
- जब बल या विस्थापन शून्य होता है, तो किया गया कार्य भी शून्य होता है।
- जब बल और विस्थापन एक ही दिशा में हों तो किया गया कार्य धनात्मक होता है। इसके विपरीत जब बल विस्थापन की दिशा के विपरीत कार्य करता है तो कार्य ऋणात्मक होता है।

□ बल की दिशा तथा किया गया कार्य

- बल तथा विस्थापन एक ही दिशा में
 - उदाहरण:** एक बच्चा जमीन के समानांतर एक खिलौना कार खींचता है। बच्चे द्वारा लगाया गया बल कार के विस्थापन की दिशा में है।
 - यहाँ किए गए कार्य की गणना बल और विस्थापन के गुणनफल के रूप में की जाती है।
 - इस स्थिति में किए गए कार्य को धनात्मक रूप में लिया जाता है।
- विस्थापन की दिशा के विपरीत बल
 - एक दिशा में समान रूप से चलती वस्तु पर विचार करें।
 - F के रूप में निरूपित एक मंदक बल, इसकी गति के विपरीत कार्य करता है। बल और विस्थापन की दिशाओं के बीच का कोण 180° है।
 - यदि वस्तु विस्थापन 's' के बाद रुक जाती है, तो बल F द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होता है। इसे गणितीय रूप से $F \times (-s)$ या $(-F \times s)$ के रूप में दर्शाया जाता है।

**चित्र 1.31:** ज्ञात द्रव्यमान का एक लकड़ी का गुटका ट्रॉली के सामने एक निश्चित दूरी पर रखा गया है।

ऊर्जा

- ऊर्जा जीवन के लिए आवश्यक मूलभूत घटक है, सूर्य इसका मुख्य स्रोत है। अन्य ऊर्जा स्रोतों में परमाणु नाभिक, पृथ्वी का आंतरिक भाग और ज्वार-भाटा हैं।
- विज्ञान में ऊर्जा को किसी वस्तु की कार्य करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया गया है। जब कोई वस्तु कार्य करती है तो वह ऊर्जा खोती है और जिस वस्तु पर कार्य किया जाता है वह ऊर्जा प्राप्त करती है।
- ऊर्जा वाली वस्तुएँ किसी अन्य वस्तु पर बल लगा सकती हैं, जिससे ऊर्जा स्थानांतरित होती है। ऊर्जा को कार्य करने की क्षमता के संदर्भ में मापा जाता है। ऊर्जा का मात्रक जूल (J) है। **1 किलो जूल, 1000 J के बराबर होता है।**

जेम्स प्रेस्कॉट जूल (1818–1889)

जेम्स प्रेस्कॉट जूल (James Prescott Joule), एक ब्रिटिश भौतिक विज्ञानी, विद्युत और ऊष्मागतिकी पर अपने कार्य के लिए प्रसिद्ध हैं। मात्रक 'जूल' का नाम उनके सम्मान में रखा गया है।



ऊर्जा के रूप

- रूपांतरण:** ऊर्जा को एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। प्रकृति में ऐसे कई उदाहरण हैं जो इस तरह के रूपांतरणों को दर्शाते हैं।
- ऊर्जा के विभिन्न रूप:** यांत्रिक (गतिज + स्थितिज) ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा तथा प्रकाश ऊर्जा आदि।
- गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)**
 - गतिज ऊर्जा गतिशील वस्तुओं से संबंधित होती है।
 - उदाहरण: गतिमान गोली, बहता जल या दौड़ता हुआ एथलीट आदि।
 - किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसकी गति के साथ बढ़ती है।
 - किसी पिंड की गतिज ऊर्जा, उसके वर्तमान वेग को प्राप्त करने के लिए उस पर किए गए कार्य के बराबर होती है।
 - गतिज ऊर्जा को समीकरण $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ द्वारा दर्शाया जा सकता है, जहाँ E_k गतिज ऊर्जा, m द्रव्यमान और v वेग है।

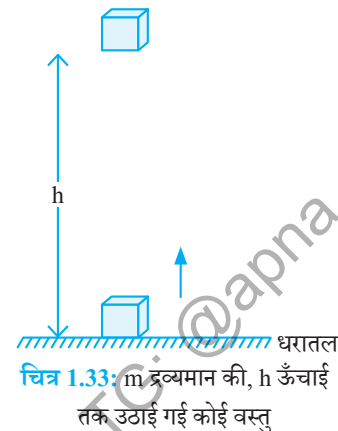


चित्र 1.32 : एक तीर और धनुष पर तनी हुई डोरी

- स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)**
 - किसी वस्तु के वेग में परिवर्तन किए बिना उस पर किए गए कार्य के कारण उसमें संगृहीत ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहा जाता है।
 - उदाहरण:**
 - रबर बैंड को खींचने से उसमें स्थितिज ऊर्जा संगृहीत होती है।
 - खिलौने वाली कार की चाबी घुमाने से खिलौने के अंदर स्प्रिंग में स्थितिज ऊर्जा संगृहीत होती है।
 - किसी वस्तु में स्थितिज ऊर्जा उसकी स्थिति या विन्यास के कारण होती है।

ऊँचाई पर स्थित वस्तु की स्थितिज ऊर्जा

- गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा:** ऊँचाई पर स्थित किसी वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा, गुरुत्वाकर्षण बल के विरुद्ध उसे जमीन से उस ऊँचाई तक उठाने के लिए किए गए कार्य की मात्रा से परिभाषित होती है।
- गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का निर्धारण:**
 - द्रव्यमान m की एक वस्तु पर विचार करें। इसे जमीन से h ऊँचाई तक उठाया जाता है।
 - वस्तु को उठाने के लिए आवश्यक न्यूनतम बल उसका भार (mg) है, जहाँ g गुरुत्वीय त्वरण है।
 - गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध वस्तु पर किया गया कार्य $W = mg \times h = mgh$
 - वस्तु द्वारा प्राप्त ऊर्जा, जो इसकी स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy - PE) है, तब $E_p = mgh$
- नोट:** ऊँचाई पर अवस्थित किसी वस्तु की स्थितिज ऊर्जा धरातल या संदर्भ शून्य स्तर के सापेक्ष होती है। किसी वस्तु की स्थितिज ऊर्जा संदर्भ स्तर के आधार पर भिन्न हो सकती है।
 - किसी वस्तु पर गुरुत्वाकर्षण द्वारा किया गया कार्य केवल प्रारंभिक और अंतिम स्थितियों के बीच इसकी ऊर्ध्वाधर ऊँचाई के अंतर पर निर्भर करता है, चाहे कोई भी पथ क्यों न अपनाया गया हो। उदाहरण के लिए यदि किसी वस्तु को दो अलग-अलग रास्तों से स्थिति A से B तक उठाया जाता है, लेकिन ऊँचाई $AB = h$ है, तो दोनों स्थितियों में किया गया कार्य mgh ही होता है।

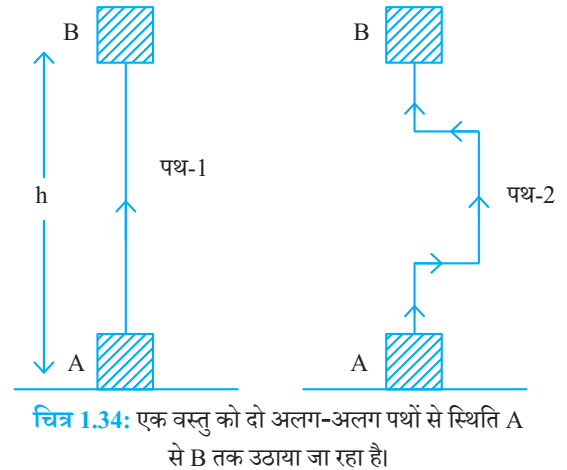


चित्र 1.33: m द्रव्यमान की, h ऊँचाई तक उठाई गई कोई वस्तु

ऊर्जा संरक्षण का नियम

- ऊर्जा एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित हो सकती है, फिर चाहे ऊर्जा कैसे भी रूपांतरित हो, किसी प्रणाली की कुल ऊर्जा स्थिर रहती है, यही ऊर्जा संरक्षण का नियम है।
- इस नियम के अनुसार, ऊर्जा को न तो सृजित किया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है, बल्कि इसे केवल एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित किया जा सकता है। किसी भी रूपांतरण से पूर्व और पश्चात् कुल ऊर्जा समान रहती है।
- यह नियम सभी स्थितियों और सभी प्रकार के ऊर्जा रूपांतरणों पर लागू होता है।
- उदाहरण:**

- जब m द्रव्यमान वाली कोई वस्तु h ऊँचाई से स्वतंत्र रूप से गिरती है, तो इसकी प्रारंभिक स्थितिज ऊर्जा mgh होती है, जबकि इसकी गतिज ऊर्जा शून्य होती है (क्योंकि इसका प्रारंभिक वेग शून्य होता है)। जैसे-जैसे यह नीचे गिरती है, इसकी स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होती जाती है।
- गिरने के दौरान किसी भी समय गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ होगी, जहाँ v उस क्षण उसका वेग है।
- यह जितनी अधिक नीचे गिरती है, इसकी स्थितिज ऊर्जा उतनी ही कम होती जाती है और गतिज ऊर्जा बढ़ती जाती है।
- जब वस्तु ज़मीन को छूने वाली होगी, तो इसकी ऊँचाई $h = 0$ और वेग v अधिकतम होगा। इसलिए इसकी गतिज ऊर्जा अधिकतम होगी, जबकि इसकी स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम होगी।
- मुक्त रूप से गिरने के संपूर्ण अवधि के दौरान इसकी स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा का योग सदैव नियत रहता है, जैसा कि समीकरण $mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \text{नियतांक}$, द्वारा दर्शाया गया है।
- किसी वस्तु की गतिज और स्थितिज ऊर्जा का योग, इसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा होती है।
- गिरती हुई वस्तु के संदर्भ में गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा का गतिज ऊर्जा में निरंतर रूपांतरण होता रहता है (यह मानते हुए कि हम वायु प्रतिरोध की उपेक्षा करते हैं)।



कार्य की दर

- कार्य की दर व्यक्तियों और मशीनों के बीच भिन्न होती है। विभिन्न कारक ऊर्जा स्थानांतरित करते हैं और विभिन्न दरों पर कार्य करते हैं।
- उदाहरण के लिए** एक शक्तिशाली व्यक्ति किसी कार्य को कम शक्तिशाली व्यक्ति की तुलना में अधिक तेजी से पूरा कर सकता है। इसी प्रकार एक अधिक शक्तिशाली वाहन कम शक्तिशाली वाहन की तुलना में कम समय में दी गई दूरी को तय करेगा।
- मोटरबाइक और कार जैसी मशीनों की दक्षता या क्षमता को अक्सर उनकी शक्ति के संदर्भ में वर्णित किया जाता है। यह अनिवार्य रूप से उस दर को इंगित करता है जिस पर ये मशीनें कार्य कर सकती हैं या ऊर्जा स्थानांतरित कर सकती हैं।
- शक्ति की परिभाषा:** शक्ति इस बात का माप है कि कार्य कितनी तेजी से किया जाता है या ऊर्जा कितनी तेजी से स्थानांतरित होती है। इसे गणितीय रूप से इस प्रकार दर्शाया जा सकता है:

$$\text{शक्ति (P)} = \frac{\text{कार्य (W)}}{\text{समय (t)}}, \text{ इस प्रकार } P = W/t$$

शक्ति के मात्रक

- शक्ति का **SI मात्रक वाट (W)** है, जिसका नाम जेम्स वाट के सम्मान में रखा गया है।
 - एक वाट उस शक्ति को दर्शाता है, जो 1 जूल प्रति सेकंड की दर से कार्य करने पर उत्पन्न होती है। इस प्रकार, $1 \text{ वाट} = 1 \text{ जूल/सेकंड}$ या $1 \text{ W} = 1 \text{ Js}^{-1}$
 - ऊर्जा हस्तांतरण की अधिक दर के लिए शक्ति को अक्सर किलोवाट (kW) में मापा जाता है
 - $1 \text{ किलोवाट (kW)} = 1000 \text{ वाट (W)}$
 - $1 \text{ kW} = 1000 \text{ Js}^{-1}$
- औसत शक्ति:** चूँकि किसी वस्तु द्वारा लगाई गई शक्ति समय के साथ घट-बढ़ सकती है, इसलिए औसत शक्ति की धारणा महत्वपूर्ण हो जाती है। औसत शक्ति की गणना खर्च की गई कुल ऊर्जा को खर्च किए गए कुल समय से विभाजित करके की जाती है। यह एक विशिष्ट समय सीमा के दौरान वस्तु की कार्य दर का एक सुसंगत माप प्रदान करता है।

बल और दबाव

- जब भी गेंद पर लात मारना, धक्का देना, फेंकना या झटका देना जैसी क्रियाएँ की जाती हैं, तो एक बल लगाया जाता है।
- क्रियाएँ: उठाना, खोलना, बंद करना, लात मारना, झटका देना, धक्का देना और खींचना जैसी गतिविधियाँ।
- क्रियाओं का प्रभाव: प्रत्येक क्रिया के परिणामस्वरूप आमतौर पर वस्तु की गति में परिवर्तन होता है।
- क्रियाओं का समूहन: अधिकांश क्रियाओं को या तो खिंचाव, या धक्का या कभी-कभी दोनों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।
- बल की परिभाषा: वैज्ञानिक शब्दावली में बल को किसी वस्तु पर लगाए गए धक्का या खिंचाव के रूप में वर्णित किया जाता है, जो उसमें गति का कारण बनता है।



चित्र 1.35: (a) गोलकीपर गोल बचाता हुआ, (b) हॉकी खिलाड़ी गेंद को मारता हुआ और (c) क्षेत्ररक्षक गेंद को रोकता हुआ

अन्योन्यक्रियाओं से उत्पन्न बल

उदाहरणात्मक परिदृश्य: एक स्थिर कार जिसके पीछे एक आदमी है। कार के पीछे होने मात्र से वह आगे नहीं बढ़ती। कार को धक्का देने पर, वह लगाए गए बल की दिशा में आगे बढ़ती है।

□ अन्योन्यक्रिया के उदाहरण

- दो लड़कियाँ एक-दूसरे को धक्का दे रही हैं।
- दो लड़कियाँ एक-दूसरे को खींच रही हैं।
- आदमी और गाय एक-दूसरे को खींच रहे हैं।



चित्र 1.36: (a) एक स्थिर कार के पीछे खड़ा एक आदमी, (b) एक कार को एक आदमी धक्का दे रहा है



चित्र 1.37: बताइए कि कौन किसे धकेल या खींच रहा है?

- कम-से-कम दो वस्तुओं के बीच परस्पर क्रिया से बल उत्पन्न होता है। अतः, जब एक वस्तु दूसरी वस्तु के साथ परस्पर क्रिया करती है, तो उनके बीच एक बल उत्पन्न होता है।

बलों का गहराई से अध्ययन

- ❑ **रस्साकशी का उदाहरण:** दो विरोधी टीमों रस्सी पर बल लगाती हैं।
- ❑ कभी-कभी रस्सी स्थिर रहती है। अधिक बल लगाने वाली टीम आमतौर पर विजेता बनती है।
- ❑ **बल को समझना**
 - जब बल एक ही दिशा में लगाए जाते हैं तो उनका योग होता है।
 - यदि बल विपरीत दिशाओं में कार्य करते हैं, तो परिणामी बल उनका अंतर होता है।
 - रस्साकशी जैसे खेल में विपरीत दिशाओं से समान बलों का अर्थ किसी प्रकार की गति का नहीं होना है।
- ❑ **बल की विशेषताएँ**
 - बल एक सदिश राशि है, अतः इसमें परिमाण एवं दिशा दोनों होती है।
 - किसी बल की दिशा उसकी परिमाण जितनी ही महत्वपूर्ण होती है।
 - बल की दिशा या परिमाण बदलने से उसका प्रभाव बदल जाता है।



चित्र 1.38: रस्सी गतिमान नहीं होगी, यदि दोनों टीमों इसे समान बल के साथ खींचती हैं।

बल गति की अवस्था को परिवर्तित कर सकता है

- ❑ **गेंद के साथ प्रयोग**
 - जब आप एक रबर की गेंद (जो विरामावस्था में है) को समतल सतह पर धीरे से धकेलते हैं, तो वह गतिमान हो जाती है।
 - गतिमान गेंद को धक्का देने से बल की दिशा के आधार पर उसकी गति या तो बढ़ जाती है या घट जाती है।
 - अपनी हथेली को क्षण भर के लिए गतिमान गेंद के सामने रखने से बल लगता है। संपर्क की प्रकृति के आधार पर गेंद की गति बदल सकती है।
- ❑ **फुटबॉल के खेल से उदाहरण**
 - पेनाल्टी किक से पहले, गेंद शून्य गति के साथ विरामावस्था में रहती है।
 - खिलाड़ी की किक गेंद पर बल लगाती है, जिससे गेंद गोल की ओर गतिमान होती है।
 - गोलकीपर द्वारा गोल किए जाने से रोकने हेतु गेंद पर बल लगाया जाता है जिससे गेंद रुक सकती है या इसकी दिशा परिवर्तित हो सकती है, जिससे इसकी गति अंततः शून्य हो जाती है।
- ❑ **अवलोकन**
 - किसी वस्तु पर लगाया गया बल उसकी गति को परिवर्तित कर सकता है।
 - यदि बल की दिशा वस्तु की गति के अनुरूप हो, तो उसकी गति बढ़ जाती है।
 - विपरीत दिशा में बल लगाने से वस्तु की गति कम हो जाती है।
- ❑ **टायर के साथ बच्चों का खेल:** बच्चे रबर के टायर को गतिमान करने के लिए धक्का देते हैं, धक्के द्वारा लगाए गए प्रत्येक बल के साथ इसकी गति बढ़ती जाती है।



चित्र 1.39: विरामावस्था की गेंद पर बल लगाने से वह गतिमान हो जाती है।



चित्र 1.40: टायर को तेजी से चलाने के लिए उसे बार-बार धक्का देना पड़ता है।

❑ बल के कारण दिशा में परिवर्तन (Change in Direction due to Force)

- चलती हुई गेंद को धक्का देने और उसके रास्ते में रूबर रखने से उस कोण के आधार पर गेंद की दिशा बदल सकती है जिस पर गेंद रूबर से टकराती है।
- वॉलीबॉल खिलाड़ी गेंद को निर्देशित करने के लिए उस पर बल लगाते हैं, जिससे गति और दिशा दोनों बदलती है।
- क्रिकेट में बल्लेबाज अपने बल्ले से गेंद पर बल लगाकर उसकी दिशा बदल देते हैं।
- बल लगाने के कारण गेंद की गति और दिशा दोनों बदल सकती है।

❑ **गति की अवस्था:** किसी वस्तु की गति की अवस्था में इसकी चाल और दिशा दोनों शामिल होती है। विरामावस्था शून्य गति की अवस्था को दर्शाती है। चाल, दिशा या दोनों में परिवर्तन, किसी वस्तु की गति की अवस्था में परिवर्तन के बराबर होता है। गति और विरामावस्था दोनों को गति की अवस्था माना जाता है।

❑ **गति की अवस्था पर बल का प्रभाव:** बल किसी वस्तु की गति की अवस्था को अनिवार्य रूप से नहीं बदलता है। उदाहरण के लिए भारी बक्सा जो बल लगाए जाने के बावजूद विस्थापित नहीं होता है या एक दीवार जो धकेले जाने पर भी अप्रभावित रहती है।

बल किसी वस्तु का आकार परिवर्तित कर सकता है

- ❑ **बल के द्वारा आकार में परिवर्तन के उदाहरण:** फुलाए हुए गुब्बारे को दबाने पर इसका आकार परिवर्तित हो जाता है, आटे की लोई को बेलने पर उसका आकार परिवर्तित हो जाता है, रबर की गेंद को मेज पर दबाने पर गेंद का आकार परिवर्तित हो जाता है, आदि।
- ❑ **अवलोकन से निष्कर्ष:** उपर्युक्त अवलोकन के आधार पर हम कह सकते हैं कि बल:
 - किसी स्थिर वस्तु में गति प्रारंभ कर सकता है।
 - वस्तु की गति को परिवर्तित कर सकता है।
 - गति की दिशा बदल सकता है।
 - वस्तु के आकार को परिवर्तित कर सकता है।
- ❑ **बल का महत्व:** गति, दिशा या आकार में परिवर्तन जैसी क्रियाओं के लिए बल की आवश्यकता होती है। वस्तुएँ इन परिवर्तनों को स्वयं आरंभ नहीं कर सकती हैं।

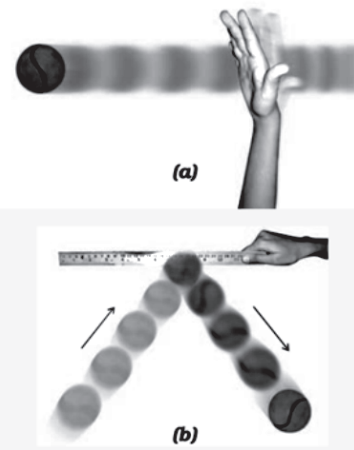
संपर्क बल

❑ पेशीय बल

- पुस्तक को धकेलने या बाल्टी उठाने जैसी क्रियाओं में बल लगाने के लिए शारीरिक संपर्क की आवश्यकता होती है। यह अन्योन्यक्रिया अक्सर हमारे शरीर की मांसपेशियों से उत्पन्न होती इसलिए इसे **पेशीय बल** कहा जाता है।
- बैल, घोड़े और ऊँट जैसे जंतु भी कार्य करने के लिए मांसपेशियों के बल का इस्तेमाल करते हैं। चूँकि मांसपेशियों के बल के प्रयोग हेतु प्रत्यक्ष संपर्क की जरूरत होती है, इसलिए इसे **संपर्क बल** के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।

❑ घर्षण

- **अवलोकन**
 - लुढ़कती हुई गेंद अंततः रुक जाती है।
 - जब पैडल नहीं मारा जाता है तो साइकिल धीमी होती जाती है और अंततः रुक जाती है।
 - इंजन बंद करने के पश्चात् गाड़ी रुक जाती है।
 - पतवार चलाना बंद कर देने पर नाव रुक जाती है।
- कोई प्रत्यक्ष बल कार्य न करने के बावजूद ये वस्तुएँ घर्षण नामक संपर्क बल के कारण गति करना बंद कर देती हैं। घर्षण सतही संपर्क से उत्पन्न होता है और गति की दिशा के विपरीत कार्य करता है।



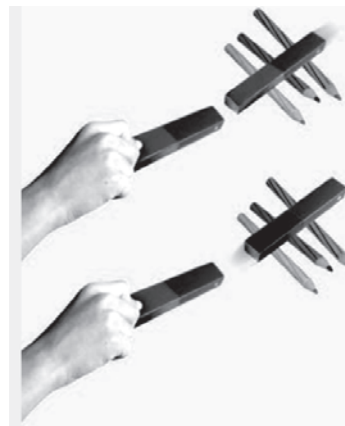
चित्र 1.41: (a) एक गेंद को समतल सतह पर धकेलकर गतिमान किया गया है और (b) गेंद के अपने मार्ग में रखे रूबर से टकराने के बाद गेंद की गति की दिशा में परिवर्तन।



चित्र 1.42: पशुओं की मांसपेशियों की शक्ति का उपयोग कई कठिन कार्यों को करने में किया जाता है।

असंपर्क बल**□ चुंबकीय बल**

- **छड़ चुंबक के साथ प्रयोग:** दो छड़ चुंबकों और रोलरों का प्रयोग करके यह देखा गया कि एक-दूसरे को स्पर्श किए बिना, एक चुंबक दूसरे की गति को प्रभावित करता है।
- **निष्कर्ष:** चुंबक अपने ध्रुवों के आधार पर आकर्षण या प्रतिकर्षण प्रदर्शित करते हैं। चुंबकों के बीच यह बल प्रत्यक्ष संपर्क के बिना भी लगता है। इस प्रकार एक चुंबक द्वारा दूसरे चुंबक या लोहे पर लगाया गया बल, एक असंपर्क बल का उदाहरण है।



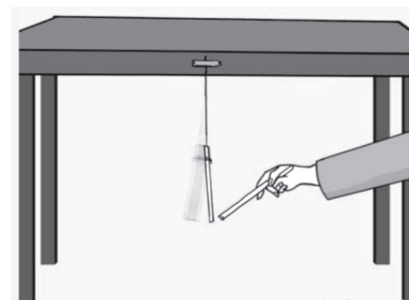
चित्र 1.43: दो चुंबकों के बीच आकर्षण और प्रतिकर्षण

□ स्थिर विद्युत् बल

- **प्लास्टिक स्ट्रों के साथ प्रयोग:** प्लास्टिक स्ट्रों के एक सिरे को कागज से रगड़ने से वह आवेशित हो जाता है। जब उसे दूसरे समान रूप से आवेशित स्ट्रों के पास (बिना संपर्क कराए) लाया जाता है, तो वह आकर्षित होता है।
- **निष्कर्ष:** रगड़ने से स्ट्रों आवेशित हो जाता है। एक आवेशित वस्तु द्वारा दूसरी वस्तु, चाहे वह आवेशित हो या अनावेशित पर लगाया गया बल, स्थिर विद्युत् बल कहलाता है, जो एक गैर-संपर्क बल है।

□ गुरुत्वाकर्षण बल

- **अवलोकन:** सिकके या पेन जैसी वस्तुएँ गिराए जाने पर गिरती हैं, जबकि फल और पत्तियाँ पौधों से अलग होने पर नीचे गिरती हैं।
- **निष्कर्ष:** गति की अवस्था में परिवर्तन किसी बल के प्रभाव को दर्शाता है। यह बल, जो वस्तुओं को पृथ्वी की ओर गति का कारण है, गुरुत्वाकर्षण बल या गुरुत्वाकर्षण कहलाता है। सभी वस्तुएँ इस बल का अनुभव करती हैं।



चित्र 1.44: कागज से रगड़ा गया स्ट्रों दूसरे स्ट्रों को आकर्षित करता है, लेकिन अगर दूसरे स्ट्रों को भी कागज से भी रगड़ा गया हो तो इसे विकर्षित करता है।

प्रणोद एवं दाब**□ प्रणोद (Thrust)**

- **परिभाषा:** सतह के लंबवत किसी वस्तु पर लगने वाले बल को प्रणोद कहते हैं।
- **अनुप्रयोग:** जब आप बोर्ड में पिन को धकेलते हैं, तो आप प्रणोद लगा रहे होते हैं।

दाब (Pressure)

- **परिभाषा:** दाब प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगाए गए बल की मात्रा को मापता है। इसकी गणना दाब = प्रणोद/क्षेत्रफल के रूप में की जाती है।
- **मात्रक:** दाब का SI मात्रक पास्कल (Pa) है, जो N/m^2 या Nm^{-2} के समतुल्य है। इसका नाम फ्रांसीसी गणितज्ञ तथा भौतिक विज्ञानी, ब्लेज़ पास्कल के नाम पर रखा गया था।
- **अवधारणा:** दाब प्रणोद के परिमाण और उस क्षेत्रफल पर निर्भर करता है जिस पर यह वितरित होता है। यदि आप एक छोटे क्षेत्र पर समान परिमाण का बल (या प्रणोद) लगाते हैं, तो दाब अधिक होता है और इसके विपरीत एक बड़े क्षेत्र पर समान परिमाण का बल (या प्रणोद) लगाने से दाब का मान कम होता है।

□ अतिरिक्त व्याख्याएँ (Further Interpretations)

- **स्थिति 1:** ड्राइंग पिन का उपयोग करके पोस्टर लगाते समय पिन के माथे पर आपके अँगूठे द्वारा लगाया गया बल उसके चौड़े सिरे पर फैलता है, लेकिन उसके नुकीले सिरे पर बहुत छोटे क्षेत्र पर केंद्रित होता है।
- **स्थिति 2:** रेत पर खड़े होने और लेटने से दाब वितरण के कारण अलग-अलग परिणाम मिलते हैं। खड़े होने पर आपके पैरों के छोटे क्षेत्र पर लगने वाले बल (आपका भार) के कारण आपके पैर रेत में ज्यादा धँसते हैं। इसके विपरीत लेटने पर वही बल एक बड़े संपर्क क्षेत्र में फैलता है, जिससे तुलनात्मक रूप से आप रेत में कम धँसते हैं।



चित्र 1.45: पोस्टर को ठीक करने के लिए, ड्राइंग पिन को अँगूठे से बोर्ड के लंबवत दबाया जाता है।

❑ वास्तविक जीवन में अनुप्रयोग (Real-life Applications)

- **ऊँट के पैर:** ऊँट रेगिस्तान की रेत पर बिना धँसे चल सकता है क्योंकि उसके पैर चौड़े होते हैं। इससे ऊँट का वजन बड़े क्षेत्र में फैल जाता है, जिससे रेत पर दाब कम पड़ता है।
- **टैंक की सतत शृंखला:** एक टैंक अपने भारी वजन को एक बड़े सतह क्षेत्र पर वितरित करने के लिए एक सतत शृंखला का उपयोग करता है, जिससे जमीन पर दबाव कम हो जाता है और इसे डूबने से रोका जाता है।
- **चौड़े टायर:** ट्रकों और बसों में अपने भारी वजन को बड़े क्षेत्र में वितरित करने के लिए चौड़े टायर होते हैं, जिससे सड़कों पर दाब कम पड़ता है।
- **धारदार या नोकदार औजार:** चाकू जैसे काटने वाले औजारों और सुई में धारदार किनारे या नुकीले सीरे होते हैं जो बल को बहुत छोटे क्षेत्र पर केंद्रित करते हैं, जिससे बड़ा दाब उत्पन्न होता है जो आसानी से सामग्री को काट या छिद्र सकता है।
- **कील को ठोकना:** कील का नुकीला सिरा उसके माथे की तुलना में लकड़ी के तख्ते में अधिक आसानी से घुस सकता है, जो यह दर्शाता है कि छोटे क्षेत्र पर समान मात्रा में बल लगाने से अधिक प्रभाव पड़ता है।
- **बोझा ढोनेवाले कुली:** जब कुलियों को भारी वजन ढोना होता है, तो वे अपने सिर पर कपड़े का एक गोल टुकड़ा रखते हैं। ऐसा करने से वे अपने सिर के साथ भार के संपर्क-क्षेत्र को बढ़ा देते हैं, जिससे उनके सिर पर दाब कम हो जाता है और उन्हें भार ढोने में आसानी होती है।



चित्र 1.46 : लकड़ी के तख्ते में कील ठोकना

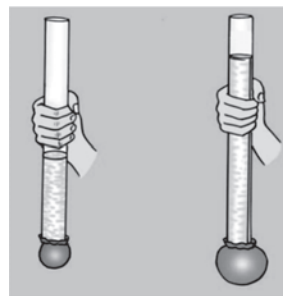
तरल पदार्थों और गैसों द्वारा आरोपित दाब

❑ तरल पदार्थों द्वारा आरोपित दाब (Pressure Exerted by Liquids)

- कंटेनर को ढकने वाली रबर शीट से जुड़े प्रयोगों में यह देखा गया है कि जैसे ही कंटेनर में जल डाला जाता है, रबर शीट बाहर निकल आती है। जल की मात्रा या ऊँचाई जितनी अधिक होती है, रबर में उतना ही अधिक उभार होता है, जो दर्शाता है कि तरल पदार्थ न केवल आधार पर बल्कि कंटेनर की दीवारों पर भी दाब आरोपित करते हैं।



चित्र 1.47 : भारी बोझा ढोता एक कुली



चित्र 1.48: कंटेनर के तल पर जल द्वारा आरोपित दाब उसके स्तंभ की ऊँचाई पर निर्भर करता है।



चित्र 1.49: तरल पदार्थ कंटेनर की दीवारों पर दाब आरोपित करता है।

- बोतल में छिद्र करने पर हम देखते हैं कि जल सभी छिद्रों से बाहर निकलता है और अगर छिद्र एक ही ऊँचाई पर हैं, तो जल बोतल से एक ही दूरी पर गिरता है। यह प्रयोग दर्शाता है कि तरल पदार्थ अपने कंटेनर की दीवारों पर समान गहराई या ऊँचाई पर एकसमान दाब आरोपित करते हैं।

❑ गैसों द्वारा आरोपित दाब (Pressure Exerted by Gases)

- गुब्बारा फुलाते समय उपलब्ध स्थान में वायु भर जाती है। यदि गुब्बारे का मुँह बंद नहीं किया गया है, तो छोड़े जाने पर वायु तेजी से बाहर निकलती है, जो दर्शाता है कि अंदर की वायु गुब्बारे की भीतरी दीवारों पर दाब आरोपित कर रही थी। यदि गुब्बारे में छिद्र हैं, तो वह फूलेगा नहीं क्योंकि वायु बाहर निकल जाएगी, इससे यह भी पता चलता है कि गैसों कंटेनर की दीवारों पर दाब आरोपित करती हैं।
- साइकिल के टायर के संदर्भ में यदि कोई पंचर है, तो वायु बाहर निकल जाती है। इससे पता चलता है कि अंदर की वायु ट्यूब की भीतरी दीवारों पर दाब आरोपित करती है।

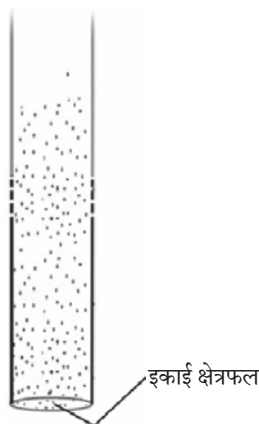


चित्र 1.50: द्रव समान गहराई पर समान दाब आरोपित करते हैं।

वायुमंडलीय दाब

- ❑ पृथ्वी का वायुमंडल, जो इसकी सतह से कई किलोमीटर ऊपर तक फैला हुआ है, हम पर एक दाब आरोपित करता है जिसे वायुमंडलीय दाब के रूप में जाना जाता है। यह दाब हमारे ऊपर वायु-स्तंभ के भार से आता है और उस वायु-स्तंभ पर गुरुत्वाकर्षण बल के बराबर होता है।

- ❑ **रबर सकर (Rubber Sucker) के साथ प्रयोग:** रबर सकर प्रयोग वायुमंडलीय दाब की प्रबलता को दर्शाता है। जब सकर को चिकनी सतह पर दबाया जाता है, तो सकर और सतह के बीच की ज्यादातर वायु बाहर निकल जाती है।
 - बाहर का वायुमंडलीय दाब सकर को सतह पर दबाता है, जिससे उसे खींचकर निकालना मुश्किल हो जाता है। अगर सकर और सतह के बीच कोई वायु न हो, तो किसी के लिए भी सकर को खींचकर निकालना लगभग असंभव होता है, जो वायुमंडलीय दाब की प्रबलता को दर्शाता है।
- ❑ **वायुमंडलीय दाब का परिमाण (Magnitude of Atmospheric Pressure)**
 - एक स्तंभ में वायु के भार पर विचार करें जिसका आधार क्षेत्रफल 15 सेमी. × 15 सेमी. है तथा जो वायुमंडल की ऊँचाई तक फैला हुआ है।
 - इस वायु द्वारा लगाया गया बल लगभग 225 किलोग्राम द्रव्यमान वाली वस्तु पर लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के बराबर है। यह बल लगभग 2250N के दाब के बराबर है।
 - हमारा शरीर इस दाब के लिए अनुकूलित है और हमारे शरीर के भीतर का आंतरिक दाब वायुमंडलीय दाब को संतुलित करता है, जिससे हम कुचले जाने से बच जाते हैं।



चित्र 1.51: वायुमंडलीय दाब इकाई क्षेत्रफल के वायु- स्तंभ पर गुरुत्वाकर्षण बल है।



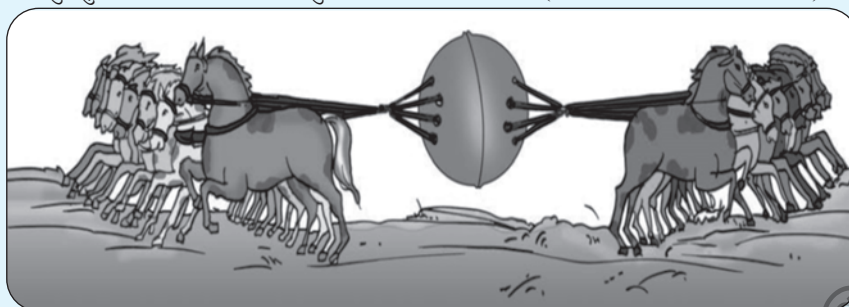
चित्र 1.52: सतह पर दबाया गया रबर सकर



चित्र 1.53: आपके सिर पर वायुमंडलीय दाब

ओटो वॉन गेरिक का प्रयोग

- ❑ 17वीं शताब्दी में ओटो वॉन गेरिक के दो खोखले धात्विक अर्द्धगोलों के साथ प्रयोग ने वायुमंडलीय दाब की प्रबलता को प्रदर्शित किया।
- ❑ एक पंप का उपयोग करके जुड़े हुए अर्द्धगोलों के अंदर से वायु निकालने के बाद 16 घोड़े (आठ-आठ घोड़े विपरीत दिशा में) भी उन्हें अलग नहीं कर सके।



चित्र 1.54: अर्द्धगोलों को खींचते हुए घोड़े

- ❑ यह वायुमंडल द्वारा दाब के कारण लगाए गए विस्तृत बल का एक शक्तिशाली उदाहरण है।

उत्प्लावकता

उत्प्लावकता से कुछ अवलोकनों की व्याख्या की जा सकती है, जैसे तैरते समय हल्का महसूस होना या एक विशाल लोहे का जहाज तैरता रहता है, जबकि चादर के रूप में बराबर मात्रा में लोहा डूब जाता है।

- जब बोटल जैसी कोई वस्तु जल में डूबी होती है, तो वह नीचे की ओर गुरुत्वाकर्षण बल का अनुभव करती है। इसके साथ ही, जल इसे ऊपर की ओर धकेलता है अर्थात् एक विरोधी बल लगाता है।
- यदि जल द्वारा ऊपर की ओर लगाया गया बल (उत्प्लावन बल) वस्तु के वजन से अधिक हो जाता है, तो वस्तु छोड़े जाने पर ऊपर उठ जाती है।
- किसी वस्तु को पूरी तरह से जल में डुबाने के लिए जल के कारण ऊपर की ओर लगने वाले बल को संतुलित करने की आवश्यकता होती है। इस संतुलन के लिए ऊपर की ओर लगने वाले बल और वस्तु के वजन के बीच अंतर को संतुलित करने के लिए नीचे की ओर कार्य करने वाले एक बाहरी बल की आवश्यकता होती है।
- जल द्वारा किसी वस्तु पर ऊपर की ओर लगाया जाने वाला बल 'उत्प्लावन बल' कहलाता है। हर वस्तु तरल पदार्थ में डूबी होने पर इस उत्प्लावन बल का अनुभव करती है। इस बल की तीव्रता तरल पदार्थ के घनत्व पर निर्भर करती है।

विचारणीय बिंदु

कुछ किलो का छोटा पत्थर जल में डूब जाता है, जबकि कई टन वजन का एक बड़ा जहाज नहीं डूबता। क्या आप सोच सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है? उत्प्लावन बल कैसे कार्य करता है और कौन से कारक इस प्रकार के व्यवहार को प्रभावित करते हैं?



जल की सतह पर रखने पर वस्तुएँ तैरती या डूबती क्यों हैं?

वस्तुओं का व्यवहार, चाहे वे तैरती हों या डूबती हों, वस्तुओं के घनत्व और उस तरल पदार्थ के घनत्व जिसमें उन वस्तुओं को डाला जाता है, से निकटता से संबंधित होती हैं।

- जल से भरे बीकर के साथ किए गए प्रयोग से पता चलता है कि जब लोहे की कील को जल की सतह पर रखा जाता है, तो वह डूब जाती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि कील पर लगनेवाला गुरुत्वाकर्षण बल, कील पर लगने वाले उत्प्लावन बल से ज्यादा होता है।
- इसके विपरीत कॉर्क तैरता है क्योंकि इसका घनत्व जल के घनत्व से कम होता है। कॉर्क पर लगने वाला उत्प्लावन बल कॉर्क के भार से अधिक होता है, जिसके कारण कॉर्क जल में तैरता है।
- इसके विपरीत लोहे की कील का घनत्व जल से अधिक होता है। इसलिए कील पर लगने वाला उत्प्लावन बल, कील के भार को संतुलित करने के लिए अपर्याप्त होता है, जिससे कील डूब जाती है।
- निष्कर्षतः** द्रव, से कम घनत्व वाली वस्तुएँ तैरेंगी, जबकि अधिक घनत्व वाली वस्तुएँ डूब जाएंगी।



चित्र 1.55: लोहे की कील जल की सतह पर रखने पर डूब जाती है तथा कॉर्क तैरने लगता है।

आर्किमिडीज का सिद्धांत

क्रियाकलाप

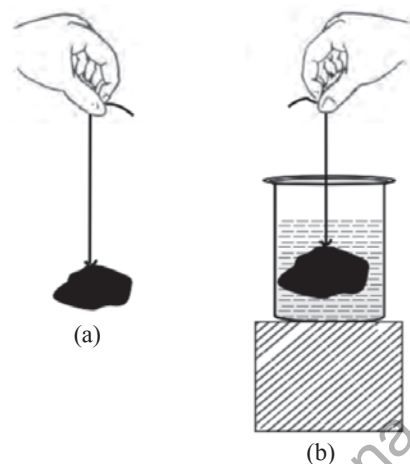
- एक पत्थर का टुकड़ा लीजिए और इसे कमानीदार तुला या रबड़ की डोरी के एक सिरे से बाँधिए।
- तुला या डोरी को पकड़ कर पत्थर को लटकाइए।
- पत्थर के भार के कारण रबड़ की डोरी की लंबाई में वृद्धि या कमानीदार तुला का पाठ्यांक नोट कीजिए।
- अब पत्थर को एक बर्तन में रखे पानी में धीरे से डुबोइए।
- प्रेक्षण कीजिए कि डोरी की लंबाई में या तुला की माप में क्या परिवर्तन होता है।

अवलोकन

- जैसे ही जल में पत्थर को धीरे-धीरे डुबोया जाता है, डोरी की लंबाई में या तुला के पाठ्यांक में कमी आती है, लेकिन पत्थर के पूरी तरह से डूब जाने के बाद कोई और बदलाव नहीं होता है।

निष्कर्ष

- रबड़ की डोरी की लंबाई में परिवर्तन या तुला के पाठ्यांक में वृद्धि, पत्थर के भार के कारण होती है।
- पत्थर को पानी में डुबाने पर इन वृद्धियों में कमी आ जाती है, इसका अर्थ है कि पत्थर पर ऊपर की दिशा में कोई बल लगता है।
- यह बल, जो पत्थर के भार का विरोध करता है और जिसके परिणामस्वरूप रबड़ की डोरी या कमानीदार तुला पर लगने वाला नेट बल कम हो जाता है, को उत्प्लावन बल कहा जाता है।



चित्र 1.56: (a) वायु में लटके पत्थर के टुकड़े के भार के कारण रबर की डोरी में प्रसार (b) पत्थर को जल में डुबाने पर डोरी के प्रसार में कमी होती है।

सिद्धांत

- जब भी कोई पिंड किसी तरल पदार्थ में पूरी तरह या आंशिक रूप से डूबा होता है, तो वह ऊपर की ओर एक बल का अनुभव करता है। यह बल वस्तु द्वारा विस्थापित तरल पदार्थ के वजन के बराबर होता है।
- अनुप्रयोग
 - आर्किमिडीज का सिद्धांत समुद्री संरचनाओं जैसे जहाजों और पनडुब्बियों के डिजाइन में मौलिक भूमिका निभाता है।
 - लैक्टोमीटर (दूध की शुद्धता मापने का यंत्र) और हाइड्रोमीटर (द्रव का घनत्व मापने का यंत्र) जैसे उपकरण भी इसी सिद्धांत के आधार पर कार्य करते हैं।

आर्किमिडीज (Archimedes)

आर्किमिडीज एक प्रसिद्ध यूनानी वैज्ञानिक थे, जिन्होंने इस सिद्धांत की खोज की थी जिसका नाम अब उनके नाम पर रखा गया है। इस सिद्धांत ने उन्हें राजा के लिए बने सोने के मुकुट की शुद्धता की पुष्टि करने में भी मदद की। इसके अलावा आर्किमिडीज को ज्यामिति और यांत्रिकी में उनके योगदान के लिए भी जाना जाता है। लीवर, पुली और व्हील-एंड-एक्सल के विषय में उनके ज्ञान ने रोमन सेना के साथ टकराव के दौरान ग्रीक सेना को विशेष रूप से लाभ पहुँचाया।



घर्षण

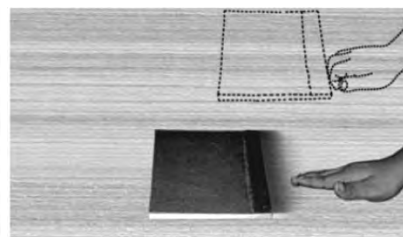
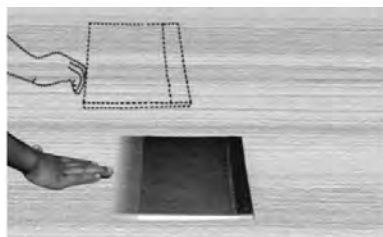
घर्षण ही वह कारण है जिसके कारण ब्रेक लगाने पर कार रुक जाती है, जमीन पर लुढ़कती गेंद अंततः रुक जाती है, साथ ही हम केले के छिलके पर फिसल सकते हैं या गीले फर्श पर चलना हमारे लिए चुनौतीपूर्ण हो सकता है।

घर्षण बल

- जब किसी वस्तु, जैसे किताब को सतह पर धकेला जाता है, तो वह अनिश्चित काल तक चलती नहीं रहती है। कुछ दूरी तय करने के बाद यह रुक जाती है। वह बल जो इसकी गति का विरोध करता है, घर्षण कहलाता है।
- उदाहरण के लिए यदि आप पुस्तक को बाईं ओर धकेलते हैं, तो घर्षण दाईं ओर यानी इसके विपरीत कार्य करता है। घर्षण हमेशा लगाए गए बल की दिशा का विरोध करता है। यह संपर्क में आने वाली दो सतहों, उपर्युक्त उदाहरण में पुस्तक और टेबल के बीच कार्य करता है।



चित्र 1.57: केले के छिलके पर पैर पड़ने से एक लड़का गिर जाता है



चित्र 1.58: घर्षण पुस्तक और मेज की सतहों के बीच सापेक्ष गति का विरोध करता है

घर्षण को प्रभावित करने वाले कारक

- घर्षण को प्रभावित करने वाले कारकों को समझने के लिए ईंट के साथ एक प्रयोग पर विचार करें। जब आप कमानीदार तुला का उपयोग करके ईंट को खींचते हैं, तो ईंट के गतिमान होने से ठीक पहले का पाठ्यांक ईंट और सतह के बीच घर्षण को इंगित करती है।
- ईंट को पॉलिथीन या जूट जैसी विभिन्न सामग्रियों में लपेटने और फिर इसे खींचने से अलग-अलग पाठ्यांक प्राप्त होता है, जिससे पता चलता है कि संपर्क में सतहों की प्रकृति घर्षण की मात्रा को प्रभावित करती है।
- कमानीदार तुला: यह उपकरण किसी वस्तु पर लगने वाले बल को मापता है। इसमें एक कमानी होती है, जिसमें लगाए गए बल के अनुपात में प्रसार होता है।
 - कमानी के इस प्रसार की माप इसके पैमाने पर चलने वाले संकेतक द्वारा की जाती है। पैमाने के पाठ्यांक द्वारा बल का परिमाण प्राप्त होता है।
- सतहों की प्रकृति और घर्षण: यद्यपि कुछ सतहें चिकनी दिखाई दे सकती हैं, लेकिन उनमें अक्सर सूक्ष्म अनियमितताएँ होती हैं। दो सतहों के संपर्क में आने पर इन अनियमितताओं के अंतः बंधन के कारण घर्षण उत्पन्न होता है।



चित्र 1.59: एक ईंट को कमानीदार तुला द्वारा खींचा जा रहा है।

- खुरदुरी सतहें, जिनमें अधिक अनियमितताएँ होती हैं, उच्च घर्षण उत्पन्न करती हैं। यदि सतहों को एक-दूसरे के विरुद्ध अधिक जोर से दबाया जाता है, तो घर्षण भी बढ़ जाता है, क्योंकि अंतः बंधन अधिक प्रभावी हो जाती हैं।



चित्र 1.60: कमानीदार तुला



(a)

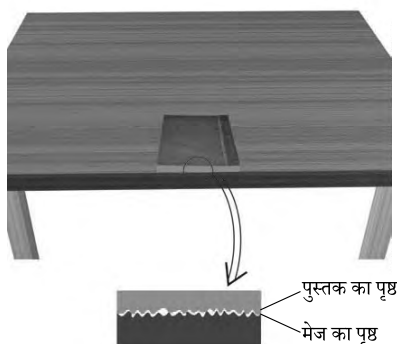


(b)

चित्र 1.61: पेंसिल सेल विभिन्न पृष्ठों पर भिन्न-भिन्न दूरियाँ तय करता है

□ स्थैतिक तथा सर्पी घर्षण

- किसी स्थिर वस्तु को गतिमान करने का प्रयास करते समय गति शुरू करने के लिए आवश्यक प्रारंभिक बल अक्सर उसे गतिशील रखने के लिए आवश्यक बल से अधिक होता है।
- यह प्रारंभिक बल स्थैतिक घर्षण का प्रतिकार करता है। एक बार जब वस्तु गतिमान हो जाती है, तो सामना किए जाने वाले घर्षण को **सर्पी घर्षण** कहा जाता है, जो आमतौर पर स्थैतिक घर्षण से थोड़ा कम होता है।



चित्र 1.62: पृष्ठीय अनियमितताएँ



चित्र 1.63: बॉक्स को गतिमान रखने के लिए लगातार धकेलना पड़ता है

- ऐसा इसलिए है क्योंकि गति के दौरान संपर्क में आने वाली सतहों को एक-दूसरे से उतनी मजबूती से जुड़ने का समय नहीं मिलता जितना स्थिर अवस्था में होता है।

घर्षण: एक आवश्यक तुराई

□ घर्षण के सकारात्मक पहलू

- घर्षण हमारी कई दैनिक गतिविधियों के लिए आवश्यक है। इससे हमें काँच या मिट्टी के बर्तन जैसी वस्तुओं को पकड़ने में आसानी होती है। यदि इन वस्तुओं पर तेल लगा हो, तो इन्हें पकड़ना कठिन हो जाता है क्योंकि घर्षण कम हो जाता है।
- घर्षण के बिना चलना लगभग असंभव होगा, जैसा कि फिसलन वाली सतहों पर हमें होने वाली कठिनाई से पता चलता है।
- पेन, पेंसिल या चॉक से लिखने पर लेखन उपकरण और सतह के बीच घर्षण की आवश्यकता होती है।
- वाहनों के टायरों और सड़क के बीच घर्षण गति शुरू करने, रुकने और मुड़ने की सक्षमता प्रदान करते हैं।
- घर्षण के बिना भवन-निर्माण नहीं किया जा सकता और न ही दीवार पर कील ठोकी जा सकती है या गाँठ बाँधी जा सकती है।



चित्र 1.64 : घर्षण के कारण दीवार में कील गड़ जाती है

□ घर्षण के नकारात्मक पहलू

- घर्षण के कारण सामग्री, जैसे- स्क्रू, बॉल बेयरिंग, जूतों की तली तथा यहाँ तक कि स्टेशनों पर ओवर-ब्रिज की सीढ़ियाँ जैसी बुनियादी संरचना भी खराब हो जाती है।
- इससे ऊष्मा उत्पन्न हो सकती है, जिससे ऊर्जा की बर्बादी होती है। उदाहरण के लिए जब हथेलियों को जोर से रगड़ा जाता है, तो वे गर्म महसूस होती हैं। माचिस की तीली को रगड़ने से घर्षण की ऊष्मा के कारण आग लग जाती है। इसी तरह मिक्सर जैसी मशीनें घर्षण के कारण गर्म हो जाती हैं, जिससे ऊर्जा की हानि होती है।



चित्र 1.65: घर्षण के कारण जूतों के तल घिस जाते हैं



चित्र 1.66: हथेलियों को रगड़ने से आपको गर्माहट महसूस होती है



चित्र 1.67: घर्षण के कारण माचिस की तीली को रगड़ने पर आग उत्पन्न होती है

घर्षण को बढ़ाना तथा कम करना

□ घर्षण को बढ़ाना: कई स्थितियों में घर्षण बढ़ाना लाभदायक होता है, जैसे:

- जमीन पर बेहतर पकड़ प्रदान करने के लिए जूते के तलों और टायरों पर खाँचे बनाए जाते हैं।
- वाहनों में ब्रेक सिस्टम गति को रोकने के लिए घर्षण का उपयोग करते हैं।
- घर्षण बढ़ाकर पकड़ बढ़ाने के लिए कबड्डी खिलाड़ी और जिमनास्ट क्रमशः मिट्टी या रूक्ष पदार्थों का उपयोग करते हैं।

□ घर्षण को कम करना: ऐसे कई उदाहरण हैं जब घर्षण कम करना वांछनीय होता है:

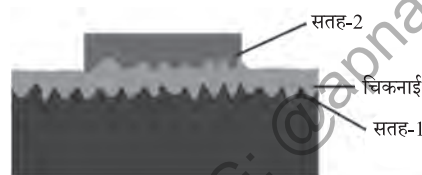
- कैरम बोर्ड पर बारीक पाउडर गोठियों को आसानी से चलने में मदद करता है।
- तेल, ग्रीज और ग्रेफाइट जैसे स्नेहक का इस्तेमाल मशीन के पुर्जों के बीच घर्षण को कम करने के लिए किया जाता है, जिससे एक परत बनती है जो सतह-से-सतह के प्रत्यक्ष संपर्क को रोकती है। इससे सतह की अनियमितताओं के अंतः बंधन से बचा जा सकता है, जिसके परिणामस्वरूप ज्यादा सहज गति प्राप्त होती है।
- ऐसे मामलों में जहाँ पारंपरिक स्नेहक उपयुक्त नहीं हो सकते हैं, घर्षण को कम करने के लिए गतिशील पुर्जों के बीच एयर कुशन जैसे अन्य तरीकों का उपयोग किया जाता है।



चित्र 1.68: (a) जूतों के तलों तथा (b) टायरों पर घर्षण बढ़ाने के लिए खाँचे बनाए जाते हैं।



चित्र 1.69: घर्षण को कम करने के लिए कैरम बोर्ड पर पाउडर छिड़का जाता है

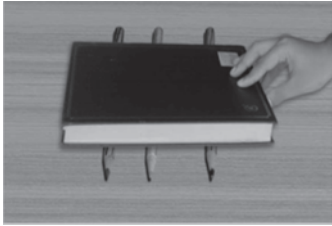


चित्र 1.70: स्नेहक का प्रभाव

पहिये घर्षण को कम कर देते हैं

- पहिये मानवता के सबसे प्रभावशाली आविष्कारों में से एक हैं, क्योंकि वे घर्षण को काफी कम कर देते हैं।

- जब कोई वस्तु किसी अन्य वस्तु पर लुढ़कती है, तो गति के प्रतिरोध को 'लोटनिक घर्षण' कहा जाता है, जो आमतौर पर 'सर्पी घर्षण' से बहुत कम होता है।



चित्र 1.71: पेंसिलों पर पुस्तक की गति



चित्र 1.72: रोलिंग से घर्षण कम होता है



चित्र 1.73: बॉल बेयरिंग घर्षण को कम कर देते हैं।

- इसका उदाहरण इस बात से मिलता है कि कितनी आसानी से एक किताब अपने नीचे समानांतर रूप से रखी बेलनाकार पेंसिलों के ऊपर से होकर आगे की ओर सरकती है। इसी तरह कभी-कभी भारी मशीनरी को नीचे लकड़ियाँ रखकर चलाया जाता है, जिससे लकड़ियाँ लुढ़क कर मशीनरी को आगे आसानी से बढ़ा सकें।
- किसी वस्तु को दूसरी वस्तु पर फिसलने की तुलना में लोटन करना (घूमना) सदैव आसान होता है। घूमना घर्षण को कम कर देता है। यही कारण है कि रोलरयुक्त सामान खींचना सुविधाजनक होता है।
- यह सिद्धांत बॉल बेयरिंग का उपयोग करने वाली मशीनों में लागू किया जाता है, जो सर्पण को लोटन से प्रतिस्थापित कर देता है और इस प्रकार घर्षण और घिसाव को कम करता है। छत के पंखों तथा साइकिल में धुरी और नाभि (हब) के बीच बॉल बेयरिंग का उपयोग इसके सामान्य उदाहरण हैं।

तरल घर्षण

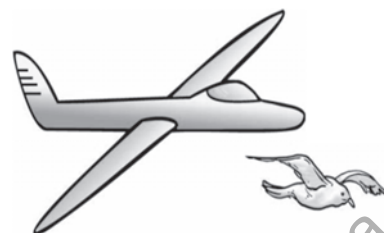
- पतले और हल्के होने के बावजूद तरल पदार्थ, जिसमें गैस (जैसे वायु) और द्रव पदार्थ दोनों शामिल हैं, इनसे होकर गति करने वाली वस्तुओं पर घर्षण बल लगाते हैं। तरल पदार्थों द्वारा लगाए गए इस घर्षण बल को 'कर्षण' कहा जाता है। किसी वस्तु द्वारा तरल पदार्थ में अनुभव किए जाने वाले कर्षण की मात्रा निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करती है:

- तरल के सापेक्ष इसकी गति।
- वस्तु का आकार।
- तरल की प्रकृति।

- दक्षता सुनिश्चित करने और घर्षण के कारण होने वाली ऊर्जा हानि को न्यूनतम करने के लिए वस्तुओं को विशिष्ट आकार में डिजाइन किया जाता है, जिससे कर्षण कम हो जाता है।
- प्रकृति में कर्षण को कम करने हेतु इष्टतम आकृतियों के कई उदाहरण मिलते हैं। पक्षी और मछलियाँ, जो लगातार तरल पदार्थ में गमन करते हैं, ने कर्षण को कुशलतापूर्वक दूर करने के लिए सुव्यवस्थित शारीरिक आकार विकसित किए हैं।
- प्रकृति से प्रेरणा लेते हुए इंजीनियर वाहनों, विशेष रूप से विमानों को ऐसे आकार में डिजाइन करते हैं जो कर्षण को न्यूनतम कर देते हैं, जिससे वे अधिक ऊर्जा-दक्ष और तीव्रता से गमन कर पाते हैं।

विचारणीय बिंदु

मान लीजिए कि एक पूरी तरह से घर्षण रहित कैरम बोर्ड है, तो आपके अनुसार उस पर सरकती गोटी का क्या होगा? क्या यह निरंतर गति में रहेगी या एक समय पश्चात् उसकी ऊर्जा समाप्त हो जाएगी और वह रुक जाएगी?



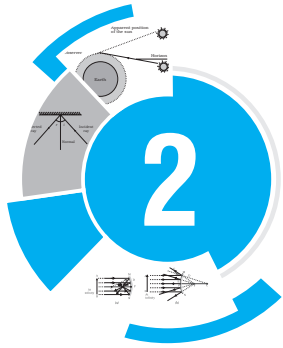
चित्र 1.74: हवाई जहाज और पक्षी की आकृति में समानता

निष्कर्ष

भौतिक दुनिया परस्पर जुड़े सिद्धांतों की एक शृंखला पर कार्य करती है। बल, दाब और घर्षण के बीच का संबंध एक आधार प्रदान करता है जो यह निर्धारित करता है कि वस्तुएँ कैसे गति और अन्योन्यक्रिया करती हैं। समय और दूरियों की माप, इस गति को मापने एवं समझने में मदद करती है, जिससे हमें योजना बनाने, भविष्यवाणी करने और नवाचार करने की क्षमता मिलती है। इन अवधारणाओं को आत्मसात करके, चाहे वह घर्षण हो जो हमें फिसलने से रोकता है या हमारे आवागमन के समय तथा दूरी की गणना करना हो, हम इन बलों की गहन समझ प्राप्त करते हैं जो हमारे दैनिक-जीवन के अनुभवों को आकार देते हैं। ये सिद्धांत न केवल हमें वास्तविकता से परिचित कराते हैं बल्कि हमें आगे बढ़ाते हैं और हमारे नवाचारों एवं अन्वेषणों का मार्गदर्शन करते हैं।

महत्त्वपूर्ण शब्दावलि

- ❖ **बल:** किसी वस्तु पर किसी अन्य वस्तु के साथ अन्योन्यक्रिया के परिणामस्वरूप लगाया गया धक्का या खिंचाव।
- ❖ **दाब:** किसी वस्तु के प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगाया गया बल।
- ❖ **क्षेत्रफल:** धरातल का आकार जिसको मापने के लिए लंबाई को चौड़ाई से गुणा किया जाता है।
- ❖ **द्रव का दाब:** द्रव द्वारा किसी वस्तु की दीवारों पर आरोपित दाब।
- ❖ **गैसीय दाब:** गैस द्वारा किसी वस्तु की दीवारों पर आरोपित दाब।
- ❖ **वायुमंडलीय दाब:** पृथ्वी का वायुमंडल, हम पर एक दाब आरोपित करता है जिसे वायुमंडलीय दाब के रूप में जाना जाता है। यह दाब हमारे ऊपर वायु- स्तंभ के भार के कारण लगता है और यह उस वायु-स्तंभ पर लगाने वाले गुरुत्वाकर्षण बल के बराबर होता है।
- ❖ **घर्षण:** यह दो सतहों के बीच सापेक्षिक गति का विरोध करने वाला बल है।
- ❖ **स्थैतिक घर्षण:** दो स्थिर वस्तुओं के बीच लगने वाला घर्षण बल।
- ❖ **सर्पी घर्षण:** यह घर्षण तब लगता है जब कोई वस्तु किसी सतह पर सरकती है।
- ❖ **लोटनिक घर्षण:** यह घर्षण तब उत्पन्न होता है जब कोई वस्तु किसी सतह पर लुढ़कती है।
- ❖ **गति:** किसी वस्तु की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन।
- ❖ **समय:** एक सतत, मापने योग्य मात्रा जिसमें घटनाएँ अतीत से वर्तमान से भविष्य तक चलते क्रम में घटित होती हैं।
- ❖ **दूरी:** यह संख्यात्मक विवरण है कि वस्तुएँ एक दूसरे से कितनी दूर हैं।
- ❖ **मापन:** किसी वस्तु को मापने की क्रिया।
- ❖ **स्नेहक:** संपर्क-सतहों के बीच घर्षण को कम करने के लिए उपयोग किया जाने वाला पदार्थ।
- ❖ **तरल घर्षण:** किसी द्रव या गैस में किसी वस्तु की गति का प्रतिरोध।
- ❖ **वायुमंडल:** पृथ्वी या किसी अन्य ग्रह के चारों ओर गैसों का आवरण।
- ❖ **गुरुत्वाकर्षण:** वह बल जिसके द्वारा कोई ग्रह या अन्य पिंड वस्तुओं को अपने केंद्र की ओर खींचता है।
- ❖ **सतही अनियमितताएँ:** सतही खुरदरापन जो घर्षण का कारण बनता है।
- ❖ **दाब का आरोपण:** किसी सतह पर बल लगाने का कार्य।
- ❖ **एक-समान दाब:** एकसमान दाब एक ऐसी अवस्था है जहाँ किसी सतह पर लगाया गया दाब उस सतह के प्रत्येक बिंदु पर समान होता है। इसका अर्थ है कि प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगाया गया बल संपूर्ण पृष्ठ पर नियत रहता है।
- ❖ **आनत समतल:** एक कोण पर अवस्थित सपाट सतह जिसमें कोई गतिशील पुर्जा नहीं होता है। इसका उपयोग माल को उतारने-चढ़ाने के लिए किया जाता है।
- ❖ **कमानीदार तुला:** यह उपकरण किसी वस्तु पर लगने वाले बल को मापता है। इसमें एक कमानी होता है, जिसमें लमाए गए बल के अनुपात में प्रसार होता है।
- ❖ **द्रव:** पदार्थ की एक अवस्था जिसका आयतन तो निश्चित होता है लेकिन आकार निश्चित नहीं होता।
- ❖ **गैस:** परिभाषित आकार या आयतन के बिना पदार्थ की एक अवस्था।
- ❖ **मशीन:** उपकरण, जो किसी विशिष्ट कार्य को करने के लिए ऊर्जा का उपयोग करता है।



प्रकाश

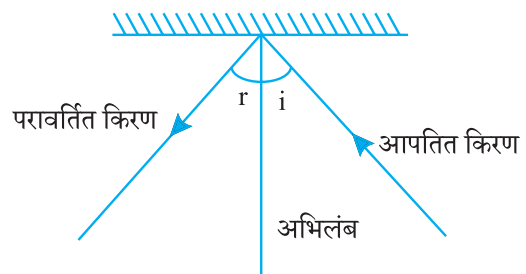
संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-8, कक्षा-VII के अध्याय-11, कक्षा-VIII के अध्याय-13 तथा कक्षा-X के अध्याय-9 व 10 का सारांश शामिल है।

परिचय

एक वस्तु अपने ऊपर आपतित प्रकाश को परावर्तित करती है। यह परावर्तित प्रकाश हमारी आँखों द्वारा ग्रहण किया जाता है और हमें चीजों को देखने में सक्षम बनाता है। हम किसी पारदर्शी माध्यम के आर-पर देख सकते हैं, क्योंकि प्रकाश इसमें से पार हो जाता है। सूर्य जैसे पिंड जो अपना स्वयं का प्रकाश उत्सर्जित करते हैं, **दीप्त पिंड** कहलाते हैं। छाया को देखने के लिए प्रकाश के स्रोत और एक अपारदर्शी वस्तु की आवश्यकता होती है। छाया को केवल एक पटल पर देखा जा सकता है। जमीन, कमरे की दीवारें, इमारत या अन्य ऐसी सतहें छायाओं के लिए एक पटल के रूप में कार्य करती हैं जिन्हें हम दैनिक आधार पर देखते हैं। प्रकाश से संबद्ध अनेक सामान्य तथा अद्भुत परिघटनाएँ हैं; दर्पणों द्वारा प्रतिबिंब का निर्माण, तारों का टिमटिमाना, इंद्रधनुष के सुंदर रंग, एक माध्यम द्वारा प्रकाश को मोड़ना आदि। प्रकाश के गुणों का अध्ययन इनके अन्वेषण में हमारी सहायता करेगा।

परावर्तन के नियम

- दर्पण से टकराने के पश्चात्, प्रकाश-किरण दूसरी दिशा में परावर्तित हो जाती है।
- किसी पृष्ठ पर पड़ने वाली प्रकाश-किरण को आपतित किरण कहते हैं।
- पृष्ठ से परावर्तन के पश्चात् वापस आने वाली प्रकाश-किरण को परावर्तित किरण कहते हैं।
- **परावर्तन का पहला नियम:** आपतन कोण (i) परावर्तन कोण (r) के बराबर होता है।
 - आपतित किरण और अभिलंब के बीच का कोण आपतन कोण होता है तथा परावर्तित किरण, अभिलंब के बीच का कोण परावर्तन कोण होता है। परावर्तन के प्रथम नियम के अनुसार, ये दोनों कोण बराबर होते हैं।
- **परावर्तन का दूसरा नियम:** आपतित किरण, परावर्तित किरण और अभिलंब सभी एक ही तल में होते हैं।
 - यह नियम इस बात पर जोर देता है कि परावर्तन एक विशिष्ट तल में होता है। आपतित किरण, परावर्तित किरण एवं अभिलंब, सभी परावर्तन सतह द्वारा परिभाषित एक ही तल पर मौजूद होते हैं।



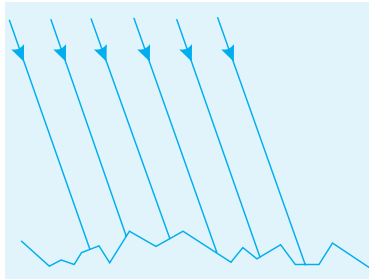
चित्र 2.1: आपतन कोण और परावर्तन कोण

नियमित और विसरित परावर्तन

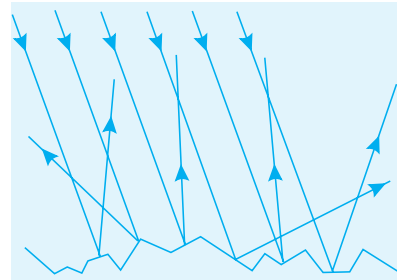
- **विसरित या अनियमित परावर्तन:** जब सभी समान्तर किरणें किसी खुरदुरे या अनियमित पृष्ठ से परावर्तित होने के पश्चात् समान्तर नहीं होतीं, तो ऐसे परावर्तन को विसरित परावर्तन कहते हैं। याद रखिए कि विसरित परावर्तन में भी परावर्तन के नियमों का सफलतापूर्वक पालन होता है। प्रकाश का विसरण गुत्ते जैसे विषय परावर्ती पृष्ठ पर अनियमितताओं के कारण होता है।
- **नियमित परावर्तन:** दूसरी ओर, दर्पण जैसे चिकने पृष्ठ से होने वाले परावर्तन को **नियमित परावर्तन** कहा जाता है। नियमित परावर्तन से प्रतिबिंब बनते हैं।

क्या हम सभी वस्तुओं को परावर्तित प्रकाश के कारण ही देखते हैं?

हमारे चारों ओर की लगभग सभी वस्तुएँ परावर्तित प्रकाश के कारण दिखाई देती हैं। उदाहरण के लिए चन्द्रमा, सूर्य से प्राप्त प्रकाश को परावर्तित करता है। इस प्रकार हम चन्द्रमा को देखते हैं। जो पिण्ड दूसरी वस्तुओं के प्रकाश में चमकते उन्हें **प्रदीप्त पिण्ड** कहते हैं। कुछ अन्य पिण्ड हैं जो स्वयं का प्रकाश उत्सर्जित करते हैं, जैसे सूर्य, मोमबत्ती की ज्वाला तथा विद्युत लैम्पा। इनका प्रकाश हमारे नेत्रों पर पड़ता है। इस प्रकार हम इन पिण्डों को देखते हैं। जो पिण्ड स्वयं का प्रकाश उत्सर्जित करते हैं वे **दीप्त पिण्ड** कहलाते हैं।



चित्र 2.2: अनियमित पृष्ठ पर आपतित समांतर किरणें



चित्र 2.3: अनियमित पृष्ठ से परावर्तित किरणें

विभिन्न दर्पणों और लेंसों द्वारा निर्मित प्रतिबिंबों की विशेषताएँ

- समतल दर्पण में प्रतिबिंब दर्पण के पीछे बनता है। यह सीधा होता है, समान आकार का होता है और दर्पण से उतनी ही दूरी पर होता है जितनी वस्तु उसके सामने होती है। स्क्रीन पर बनने वाले प्रतिबिंब को **वास्तविक प्रतिबिंब** कहते हैं। समतल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब जिसे पटल पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है, उसे **आभासी प्रतिबिंब** कहते हैं।
- दर्पण द्वारा निर्मित प्रतिबिंब में वस्तु का बायाँ भाग प्रतिबिंब में दाएँ भाग पर दिखाई देता है, तथा वस्तु का दायाँ भाग प्रतिबिंब में बाएँ भाग पर दिखाई देता है।
- **अवतल दर्पण** वास्तविक और उल्टा प्रतिबिंब बना सकता है। जब वस्तु दर्पण के बहुत करीब रखी जाती है, तो बनने वाला प्रतिबिंब आभासी, सीधा और बड़ा होता है। **उत्तल दर्पण** द्वारा बनने वाला प्रतिबिंब सीधा, आभासी और वस्तु से आकार में छोटा होता है।
- **उत्तल लेंस** वास्तविक और उल्टा प्रतिबिंब बना सकता है। जब वस्तु को लेंस के बहुत करीब रखा जाता है, तो बनने वाला प्रतिबिंब आभासी, सीधा और बड़ा होता है। जब वस्तुओं को बड़ा करके देखने के लिए उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है, तो उसे **आवर्द्धक लेंस** कहा जाता है।
- **अवतल लेंस** हमेशा सीधा, आभासी और वस्तु से छोटा प्रतिबिंब बनाता है।

प्रकाश का परावर्तन

- चमकदार वस्तुएँ अपने ऊपर पड़ने वाले प्रकाश की दिशा को परिवर्तित कर देती हैं। उदाहरण के लिए चमकदार स्टेनलेस स्टील की प्लेट या चमकदार स्टील की चम्मच प्रकाश की दिशा बदल सकती हैं। जल की सतह भी दर्पण की तरह कार्य कर सकती है और प्रकाश का मार्ग बदल सकती है।
- परावर्तन के नियम गोलीय सतहों सहित सभी प्रकार की परावर्तक सतहों के लिए लागू होते हैं। सबसे अधिक उपयोग में आने वाले सामान्यतः वक्रित दर्पण का प्रारूप गोलीय दर्पण है। इस प्रकार के दर्पणों के परावर्तक पृष्ठ किसी गोले के पृष्ठ का एक भाग माना जा सकता है। ऐसे दर्पण जिनका परावर्तक पृष्ठ गोलीय है, **गोलीय दर्पण** कहलाते हैं।

विचारणीय बिंदु

हम वस्तु से परावर्तित प्रकाश के कारण देख पाते हैं। हम सेब को इसलिए देख पाते हैं क्योंकि सेब पर पड़ने वाला प्रकाश परावर्तित होकर वापस आता है जिसे हमारी आँखें ग्रहण कर लेती हैं। क्या आप यही तर्क तब भी लागू कर सकते हैं जब हम छाया या प्रतिबिंब देख पाते हैं? हम प्रतिबिंब को कैसे देख पाते हैं?



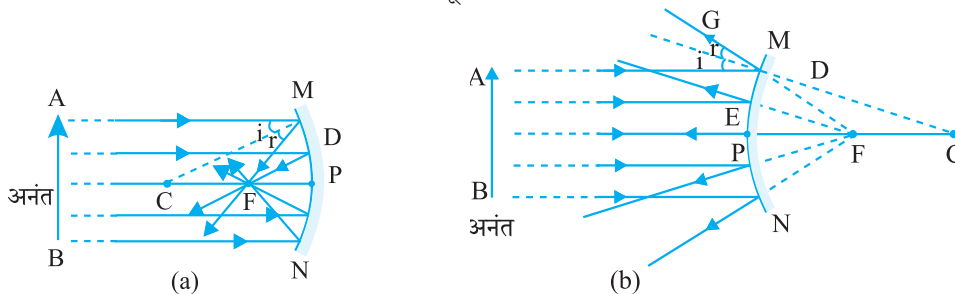
गोलीय दर्पण

- गोलीय दर्पण, जिसका परावर्तक सतह अंदर की ओर अर्थात् गोले के केंद्र की ओर वक्रित होता है, **अवतल दर्पण** कहलाता है। गोलीय दर्पण, जिसका परावर्तक सतह बाहर की ओर वक्रित होता है, **उत्तल दर्पण** कहलाता है।
- **ध्रुव (Pole):** गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ के केंद्र को **ध्रुव** कहते हैं। यह दर्पण के पृष्ठ पर स्थित होता है। ध्रुव को आमतौर पर अक्षर P से दर्शाया जाता है।
- **वक्रता केंद्र (Centre of Curvature):** गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ एक गोलीय भाग होता है। इस गोले का केंद्र गोलीय दर्पण का **वक्रता केंद्र** कहलाता है। यह अक्षर C से निरूपित किया जाता है।
- **वक्रता त्रिज्या (Radius of Curvature):** वक्रता केंद्र दर्पण का हिस्सा नहीं है क्योंकि यह इसकी परावर्तक सतह के बाहर स्थित होता है। अवतल दर्पण का वक्रता केंद्र उसके सामने स्थित होता है। हालाँकि उत्तल दर्पण के मामले में यह दर्पण के पीछे स्थित होता है। गोलीय दर्पण की परावर्तक सतह जिस गोले का भाग होती है, उसकी त्रिज्या को दर्पण की **वक्रता त्रिज्या** कहते हैं। इसे R अक्षर से दर्शाया जाता है। दूरी PC वक्रता त्रिज्या के बराबर होती है।

(a) अवतल दर्पण (b) उत्तल दर्पण

चित्र 2.4: अवतल और उत्तल दर्पण

- मुख्य अक्ष (Principal Axis): गोलीय दर्पण के ध्रुव और वक्रता केंद्र से होकर गुजरने वाली काल्पनिक सीधी रेखा को दर्पण का मुख्य अक्ष कहा जाता है। मुख्य अक्ष दर्पण के ध्रुव पर अभिलंब होता है।
- फोकस दूरी (Focal Length): हाथ में अवतल दर्पण पकड़कर और इसकी परावर्तक सतह को कागज के ऊपर सूर्य की ओर निर्देशित करके कागज में आग लगाई जा सकती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि सूर्य से आने वाला प्रकाश दर्पण द्वारा एक तीक्ष्ण, चमकदार बिंदु के रूप में अभिकेंद्रित होता है। प्रकाश का यह बिंदु कागज की शीट पर सूर्य का प्रतिबिंब है। यह बिंदु अवतल दर्पण का फोकस है। सूर्य के प्रकाश के संकेन्द्रण से उत्पन्न ऊष्मा के कारण कागज जलता है। दर्पण की स्थिति से इस प्रतिबिंब की दूरी, दर्पण की फोकस दूरी का सन्निकट मान होता है।
- मुख्य फोकस (Principal focus): मुख्य अक्ष के समानांतर कई किरणें अवतल दर्पण पर आपतित होती हैं। परावर्तित किरणों को देखें। वे सभी दर्पण के मुख्य अक्ष पर एक बिंदु पर मिल रही हैं/प्रतिच्छेद कर रही हैं। इस बिंदु को अवतल दर्पण का मुख्य फोकस कहा जाता है।
- परावर्तित किरणें मुख्य अक्ष पर स्थित एक बिंदु से आती हुई प्रतीत होती हैं। इस बिंदु को उत्तल दर्पण का मुख्य फोकस कहा जाता है। मुख्य फोकस को अक्षर F से दर्शाया जाता है। गोलीय दर्पण के ध्रुव और मुख्य फोकस के बीच की दूरी को फोकल लंबाई कहा जाता है। इसे अक्षर f से दर्शाया जाता है।
- द्वारक (Aperture): गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ अधिकांशतः गोलीय ही होता है। इस पृष्ठ की एक वृत्ताकार सीमा रेखा होती है। गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ की इस वृत्ताकार सीमा रेखा का व्यास, दर्पण का द्वारक कहलाता है। दूरी MN द्वारक को निरूपित करती है।

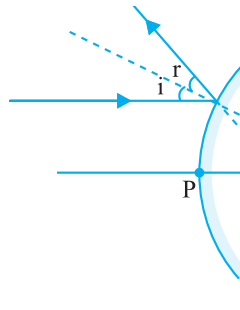
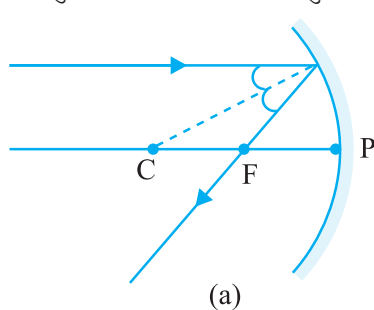


चित्र 2.5: (क) अवतल दर्पण और (ख) उत्तल दर्पण

- एक गोलीय दर्पण की वक्रता त्रिज्या R और फोकस दूरी f के बीच संबंध को $R = 2f$ के रूप में दर्शाया जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि छोटे द्वारक वाले गोलीय दर्पणों के लिए वक्रता त्रिज्या फोकस दूरी के दुगुना के बराबर होती है। इसका अर्थ है कि गोलीय दर्पण का मुख्य फोकस, ध्रुव और वक्रता केंद्र को मिलाने वाली रेखा का मध्य बिंदु होता है।

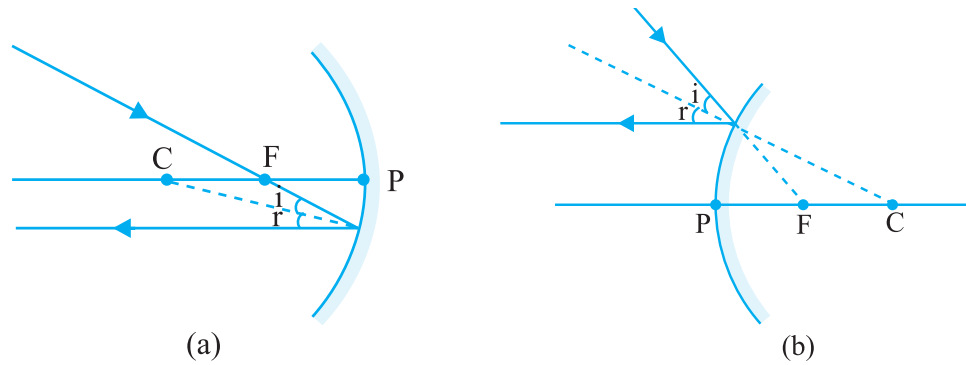
किरण आरेखों का उपयोग करके गोलीय दर्पणों द्वारा निर्मित प्रतिबिंबों का निरूपण

- गोलीय दर्पणों द्वारा प्रतिबिंबों के बनने का अध्ययन हम किरण आरेख खींचकर भी कर सकते हैं। गोलीय दर्पण के सामने रखे एक सीमित साइज के विस्तारित बिंब पर विचार कीजिए। इस बिंब का प्रत्येक छोटा भाग एक बिंदु बिंब की भाँति कार्य करता है। इन बिंदुओं में प्रत्येक से अनंत किरणें उत्पन्न होती हैं। बिंब के प्रतिबिंब का स्थान निर्धारण करने के लिए, किरण आरेख बनाते समय किसी बिंदु से निकलने वाली किरणों की विशाल संख्या में से सुविधानुसार कुछ को चुना जा सकता है। तथापि, किरण आरेख की स्पष्टता के लिए दो किरणों पर विचार करना अधिक सुविधाजनक है। ये किरणें ऐसी हों कि दर्पण से परावर्तन के पश्चात उनकी दिशाओं को जानना आसान हो।
- कम-से-कम दो परावर्तित किरणों के प्रतिच्छेदन से किसी बिंदु बिंब के प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात की जा सकती है। प्रतिबिंब के स्थान निर्धारण के लिए निम्नलिखित में से किन्हीं भी दो किरणों पर विचार किया जा सकता है। मुख्य अक्ष के समानांतर एक प्रकाश किरण परावर्तन के पश्चात् अवतल दर्पण के मुख्य फोकस से होकर गुजरेगी, या उत्तल दर्पण के मुख्य फोकस से अपसरित होती हुई प्रतीत होगी।



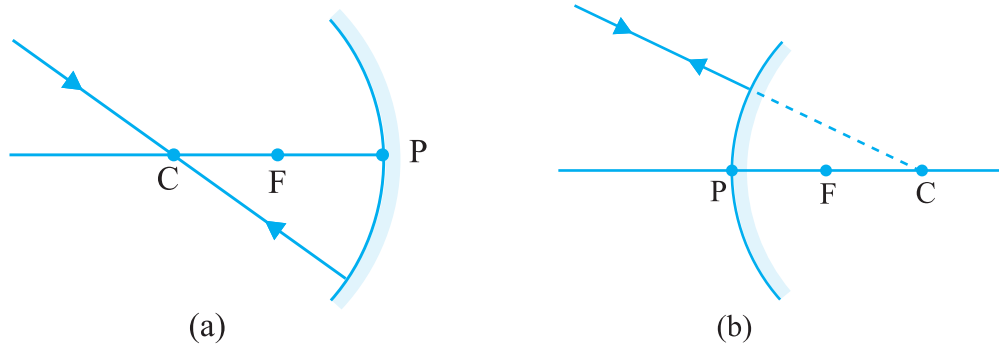
चित्र 2.6

- अवतल दर्पण के मुख्य फोकस से गुजरने वाली किरण या उत्तल दर्पण के मुख्य फोकस की ओर निर्देशित किरण, परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समानांतर निकलेगी (चित्र 2.7)।



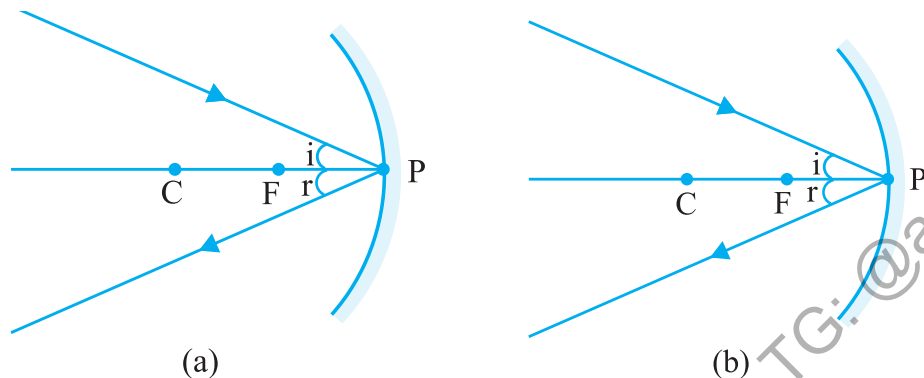
चित्र 2.7

- अवतल दर्पण (Concave Mirror) के वक्रता केंद्र से होकर गुजरने वाली किरण या उत्तल दर्पण के वक्रता केंद्र की दिशा में निर्देशित किरण परावर्तन के पश्चात् उसी पथ पर वापस परावर्तित हो जाती है। प्रकाश किरणें उसी पथ से इसलिए वापस आती हैं क्योंकि आपतित किरणें दर्पण के परावर्तक सतह पर अभिलंब के अनुदिश पड़ती हैं। (चित्र 2.8)



चित्र 2.8

- अवतल दर्पण अथवा उत्तल दर्पण के बिंदु P (दर्पण का ध्रुव) की ओर मुख्य अक्ष से तिर्यक दिशा में आपतित किरण, तिर्यक दिशा में ही परावर्तित होती है। आपतित तथा परावर्तित किरणें आपतन बिंदु (बिंदु P) पर मुख्य अक्ष से समान कोण बनाते हुए परावर्तन के नियमों का पालन करती हैं। (चित्र 2.9)

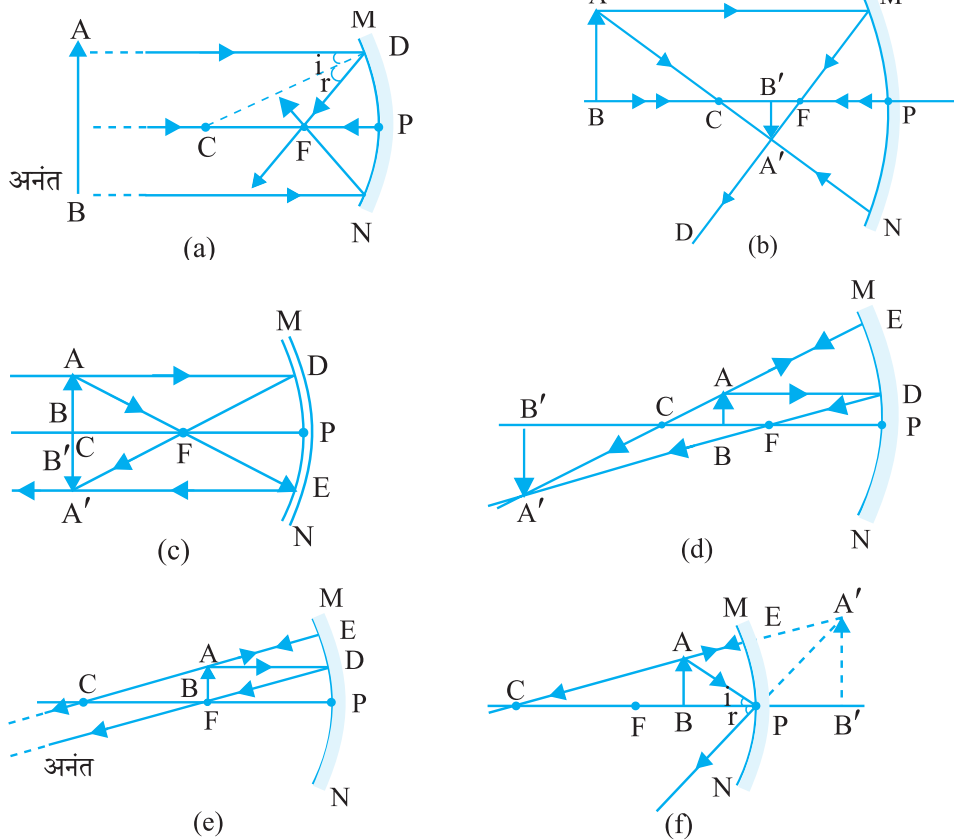


चित्र 2.9

उपर्युक्त सभी स्थितियों में परावर्तन के नियमों का पालन होता है। आपतन बिंदु पर आपतित किरण इस प्रकार परावर्तित होती है कि परावर्तन कोण का मान सदैव आपतन कोण के मान के बराबर हो।

गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिंब निर्माण

(a) अवतल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब निर्माण

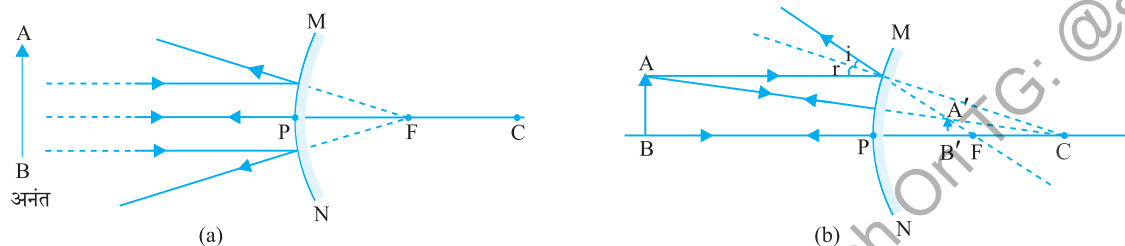


चित्र 2.10: अवतल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब बनने की स्थिति को दर्शाने के लिए किरण आरेख

तालिका 2.1: अवतल दर्पण द्वारा वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए बने प्रतिबिंब

वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति
अनंत पर	फोकस F पर	अत्यधिक छोटा, बिंदु आकार का	वास्तविक और उल्टा
C से परे	F और C के बीच	छोटा	वास्तविक और उल्टा
C पर	C पर	समान आकार	वास्तविक और उल्टा
C और F के बीच	C से परे	विवर्धित (बड़ा)	वास्तविक और उल्टा
F पर	अनंत पर	अत्यधिक विवर्धित	वास्तविक और उल्टा
P और F के बीच	दर्पण के पीछे	विवर्धित (बड़ा)	आभासी और सीधा

(b) उत्तल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब निर्माण



चित्र 2.11: उत्तल दर्पण द्वारा प्रतिबिंब बनने की स्थिति को दर्शाने के लिए किरण आरेख

तालिका 2.2: उत्तल दर्पण द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति और आपेक्षिक आकार

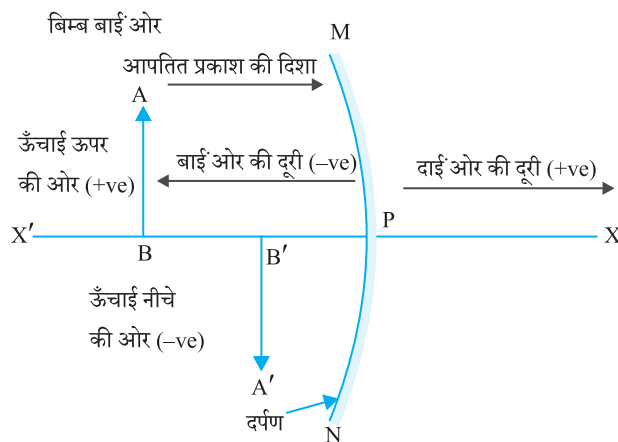
वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति
अनंत पर	फोकस F पर, दर्पण के पीछे	अत्यधिक छोटा, बिंदु के आकार का	आभासी और सीधा
अनंत और दर्पण के ध्रुव P के बीच	P और F के बीच, दर्पण के पीछे	छोटा	आभासी और सीधा

अवतल और उत्तल दर्पणों का उपयोग

- ❑ **अवतल दर्पण:** इनका उपयोग आमतौर पर टॉर्च, सर्च-लाइट और वाहन की हेडलाइट में किया जाता है ताकि प्रकाश की शक्तिशाली समानांतर किरणें प्राप्त की जा सकें। इनका उपयोग अक्सर चेहरे का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए शेविंग दर्पण के रूप में किया जाता है। दंत चिकित्सक मरीजों के दाँतों का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए अवतल दर्पण का उपयोग करते हैं। बड़े अवतल दर्पणों का उपयोग सौर भट्टियों में गर्मी उत्पन्न करने के लिए सूर्य के प्रकाश को केंद्रित करने हेतु किया जाता है।
- ❑ **उत्तल दर्पण:** उत्तल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः वाहनों के पश्च-दृश्य (wing) दर्पणों के रूप में किया जाता है। ये दर्पण वाहन के पार्श्व (side) में लगे होते हैं तथा इनमें ड्राइवर अपने पीछे के वाहनों को देख सकते हैं, जिससे वे सुरक्षित रूप से वाहन चला सकें। उत्तल दर्पणों को इसलिए भी प्राथमिकता देते हैं, क्योंकि ये सदैव सीधा प्रतिबिंब बनाते हैं। यद्यपि वह छोटा होता है। इनका दृष्टि-क्षेत्र भी बहुत अधिक है, क्योंकि ये बाहर की ओर वक्रित होते हैं। अतः समतल दर्पण की तुलना में उत्तल दर्पण ड्राइवर को अपने पीछे के बहुत बड़े क्षेत्र को देखने में समर्थ बनाते हैं।

गोलीय दर्पण द्वारा परावर्तन के लिए चिह्न परिपाटी

- ❑ गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश के परावर्तन पर विचार करते समय हम एक निश्चित चिह्न परिपाटी का पालन करते हैं, जिसे **नई कार्तीय चिह्न परिपाटी** कहते हैं। इस परिपाटी में दर्पण के ध्रुव (P) को मूल बिंदु मानते हैं। दर्पण के मुख्य अक्ष को निर्देशांक पद्धति का x-अक्ष (xx') लिया जाता है। यह परिपाटी निम्नलिखित प्रकार की है-
 - बिंब हमेशा दर्पण के बाईं ओर रखी जाती है। इसका अर्थ है कि बिंब से आने वाला प्रकाश दर्पण पर बाईं ओर से आपतित होता है।
 - मुख्य अक्ष के समानांतर सभी दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मापी जाती हैं।
 - मूल बिंदु के दाईं ओर (+x-अक्ष के अनुदिश) मापी गई सभी दूरियों को धनात्मक माना जाता है, जबकि मूल बिंदु के बाईं ओर (-x-अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियों को ऋणात्मक माना जाता है।
 - मुख्य अक्ष के लंबवत और ऊपर की ओर (+y-अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियों को धनात्मक माना जाता है।
 - मुख्य अक्ष के लंबवत और नीचे की ओर (-y-अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियों को ऋणात्मक माना जाता है।



चित्र 2.12: गोलीय दर्पणों के लिए नई कार्तीय चिह्न परिपाटी

दर्पण सूत्र तथा आवर्धन

- ❑ **बिंब दूरी:** गोलीय दर्पण में बिंब की उसके ध्रुव से दूरी को बिंब दूरी (u) कहा जाता है।
- ❑ **प्रतिबिंब दूरी:** दर्पण के ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी को प्रतिबिंब दूरी (v) कहा जाता है।

- ❑ **फोकस दूरी:** ध्रुव से मुख्य फोकस की दूरी को फोकस दूरी (f) कहा जाता है। इन तीन राशियों के बीच एक संबंध है जो दर्पण सूत्र द्वारा दिया जाता है, जिसे इस प्रकार व्यक्त किया जाता है:

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

यह संबंध सभी प्रकार के गोलीय दर्पणों हेतु तथा बिंब या वस्तु की सभी स्थितियों के लिए मान्य है।

आवर्धन

- ❑ गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन वह आपेक्षिक विस्तार है, जिससे ज्ञात होता है कि कोई प्रतिबिंब बिंब की अपेक्षा कितना आवर्धित है। इसे प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा बिंब की ऊँचाई के अनुपात रूप में व्यक्त किया जाता है। इसे आमतौर पर m से निरूपित किया जाता है।

- ❑ यदि h बिंब की ऊँचाई हो तथा h' प्रतिबिंब की ऊँचाई हो तो आवर्धन (m) प्राप्त होगा।

$$m = \frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई (h')}}{\text{बिंब या वस्तु की ऊँचाई (h)}}$$

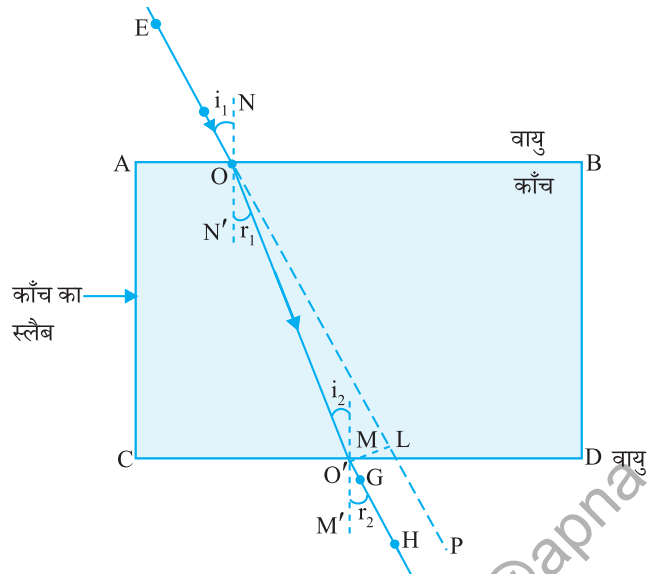
- ❑ आवर्धन m बिंब दूरी (u) और प्रतिबिंब दूरी (v) से भी संबंधित है। इसे व्यक्त किया जाता है:

$$\text{आवर्धन } m = \frac{h'}{h} = -v/u$$

- ❑ बिंब की ऊँचाई धनात्मक ली जाती है, क्योंकि बिंब प्रायः मुख्य अक्ष के ऊपर रखा जाता है। आभासी प्रतिबिंबों के लिए बिंब की ऊँचाई धनात्मक लेनी चाहिए। तथापि वास्तविक प्रतिबिंबों के लिए इसे ऋणात्मक लेना चाहिए। आवर्धन के मान में ऋणात्मक चिह्न से ज्ञात होता है कि प्रतिबिंब वास्तविक है। आवर्धन के मान में धनात्मक चिह्न बताता है कि प्रतिबिंब आभासी है।

प्रकाश का अपवर्तन

- ❑ किसी पारदर्शी माध्यम में प्रकाश सीधी रेखा में गमन करता प्रतीत होता है। जल से भरे किसी टैंक अथवा ताल या पोखर की तली उठी हुई प्रतीत होती है। इसी प्रकार, जब कोई मोटा काँच का स्लैब (सिल्ली) किसी मुद्रित सामग्री पर रखा जाता है, तो काँच के स्लैब के ऊपर से देखने पर अक्षर उठे हुए प्रतीत होते हैं। काँच के बर्तन में रखे जल में आंशिक रूप से डूबी पेंसिल वायु तथा जल के अंतरपृष्ठ पर (अर्थात् जल की ऊपरी सतह पर) टेढ़ी प्रतीत होती है।
- ❑ ऐसा इसलिए है क्योंकि जल के अंदर पेंसिल के हिस्से से हम तक पहुँचने वाली प्रकाश जल के ऊपर वाले हिस्से की तुलना में एक अलग दिशा से आती हुई प्रतीत होती है। इससे पेंसिल मुड़ी हुई प्रतीत होती है। इन्हीं कारणों से, जब अक्षरों के ऊपर काँच का स्लैब रखकर देखते हैं तो वे उठे हुए प्रतीत होते हैं। ये प्रेक्षण सूचित करते हैं कि प्रकाश सभी माध्यमों में एक ही दिशा में गमन नहीं करता। ऐसा प्रतीत होता है कि जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में तिरछा होकर जाता है तो दूसरे माध्यम में इसके संचरण की दिशा परिवर्तित हो जाती है। इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहा जाता है।



चित्र 2.13: आयताकार काँच के स्लैब से प्रकाश का अपवर्तन

काँच के आयताकार स्लैब से अपवर्तन

- ❑ आयताकार ग्लास स्लैब प्रयोग यह दर्शाता है कि जब प्रकाश एक माध्यम (जैसे वायु) से भिन्न अपवर्तनांक वाले दूसरे माध्यम (जैसे काँच) में जाता है, तो वह अपवर्तन से गुजरता है।
- ❑ जैसे ही आपतित किरण काँच के स्लैब में प्रवेश करती है, वह प्रवेश बिंदु पर खींची गई अभिलंब की ओर मुड़ जाती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि काँच का अपवर्तनांक वायु की तुलना में अधिक होता है।

□ प्रकाश के अपवर्तन के नियम:

- आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा दोनों माध्यमों को पृथक् करने वाले पृष्ठ के आपतन बिंदु पर अभिलंब सभी एक ही तल में होते हैं।
- प्रकाश के किसी निश्चित रंग तथा निश्चित माध्यमों के युग्म के लिए आपतन कोण की ज्या (sine) तथा अपवर्तन कोण की ज्या (sine) का अनुपात स्थिर होता है। इस नियम को **स्नेल का अपवर्तन का नियम** भी कहते हैं। (यह कोण $0^\circ < i < 90^\circ$ के लिए सत्य है)। यदि i आपतन कोण हो और r अपवर्तन कोण हो तब $\sin i / \sin r = \text{स्थिरांक}$ इस स्थिरांक के मान को दूसरे माध्यम का पहले माध्यम के सापेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं।

अपवर्तनांक

- जब प्रकाश की किरण तिरछी गमन करती हुई एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे में प्रवेश करती है तो यह दूसरे माध्यम में अपनी दिशा परिवर्तित कर लेती है। किन्हीं दिए हुए माध्यमों के युग्म के लिए होने वाले दिशा परिवर्तन के विस्तार को अपवर्तनांक के रूप में भी व्यक्त किया जा सकता है।
- अपवर्तनांक को एक महत्वपूर्ण भौतिक राशि, विभिन्न माध्यमों में प्रकाश के संचरण की आपेक्षिक चाल, से संबद्ध किया जा सकता है।
 - विभिन्न माध्यमों में प्रकाश अलग-अलग चालों से संचरित होता है। निर्वात में प्रकाश $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ की चाल से गति करता है, जो कि प्रकाश की किसी भी माध्यम में हो सकने वाली तीव्रतम चाल है। वायु में प्रकाश की चाल निर्वात की अपेक्षा थोड़ी ही कम होती है। काँच या जल में यह यथेष्ट रूप से घट जाती है। दो माध्यमों के युग्म के लिए अपवर्तनांक का मान दोनों माध्यमों में प्रकाश की चाल पर निर्भर होता है जैसा कि नीचे दिया गया है।
- एक प्रकाश की किरण पर विचार करें, जो माध्यम 1 से माध्यम 2 में प्रवेश कर रही है। मान लीजिए कि प्रकाश की चाल माध्यम 1 में V_1 , तथा माध्यम 2 में V_2 , है। माध्यम 2 का माध्यम 1 के सापेक्ष अपवर्तनांक, माध्यम 1 में प्रकाश की चाल तथा माध्यम 2 में प्रकाश की चाल के अनुपात द्वारा व्यक्त करते हैं। इसे प्रायः संकेत n_{21} से निरूपित करते हैं। इसे समीकरण के रूप में निम्नलिखित प्रकार से व्यक्त करते हैं:

$$n_{21} = \frac{\text{माध्यम 1 में प्रकाश की चाल}}{\text{माध्यम 2 में प्रकाश की चाल}} = V_1 / V_2$$

- इसी तर्क से, माध्यम 1 का माध्यम 2 के सापेक्ष अपवर्तनांक n_{12} से निरूपित करते हैं। इसे व्यक्त किया जाता है:

$$n_{12} = \frac{\text{माध्यम 2 में प्रकाश की चाल}}{\text{माध्यम 1 में प्रकाश की चाल}} = V_2 / V_1$$

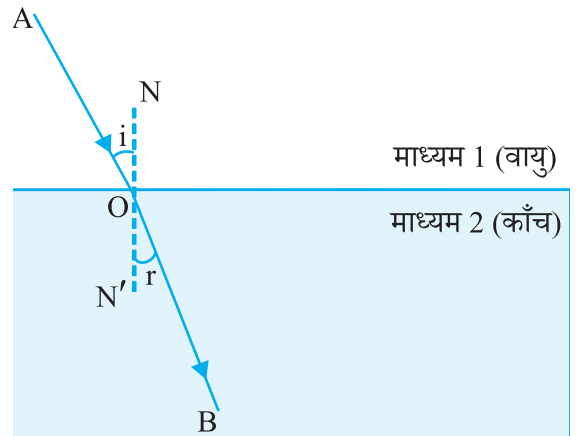
- यदि माध्यम 1 निर्वात या वायु है, तब माध्यम 2 का अपवर्तनांक निर्वात के सापेक्ष माना जाता है। यह माध्यम का **निरपेक्ष अपवर्तनांक** कहलाता है। यह केवल n_2 से निरूपित किया जाता है। यदि वायु में प्रकाश की चाल c है तथा माध्यम में प्रकाश की चाल v है तब माध्यम का अपवर्तनांक n_m होगा

$$n_m = \frac{\text{वायु में प्रकाश की चाल}}{\text{माध्यम में प्रकाश की चाल}} = c/v$$

- किसी माध्यम के निरपेक्ष अपवर्तनांक को केवल अपवर्तनांक कहा जाता है। कई माध्यमों का अपवर्तनांक तालिका 2.3 में दिया गया है। तालिका से आप जान सकते हैं कि जल का अपवर्तनांक, $n_w = 1.33$ है। इसका अर्थ है कि वायु में प्रकाश की चाल और जल में प्रकाश की चाल का अनुपात 1.33 है। इसी तरह क्राउन ग्लास का अपवर्तनांक, $n_g = 1.52$ होता है।

विचारणीय बिंदु

अपवर्तनांक के कारण कोई वस्तु ऐसी स्थिति में दिखाई दे सकती है जो उसके वास्तविक स्थान से भिन्न हो। इसी तरह पृथ्वी के वायुमंडल का भी अपवर्तनांक होता है। क्या इसका अर्थ यह है कि सूर्य और चंद्रमा की स्थितियाँ, जैसा कि हम देखते हैं, उनकी वास्तविक स्थिति से भिन्न होती हैं?



चित्र 2.14

प्रकाशिक घनत्व

किसी माध्यम की प्रकाश को अपवर्तित करने की क्षमता को इसके प्रकाशिक घनत्व के द्वारा भी व्यक्त किया जा सकता है। प्रकाशिक घनत्व का एक निश्चित संप्रत्यय (connotation) होता है। यह द्रव्यमान घनत्व के समान नहीं है। इस अध्याय में हम 'विरल माध्यम' तथा 'सघन माध्यम' शब्दों का प्रयोग कर रहे हैं। वास्तव में इनका अर्थ क्रमशः 'प्रकाशिक विरल माध्यम' तथा 'प्रकाशिक सघन माध्यम' है। दो माध्यमों की तुलना करते समय, अधिक अपवर्तनांक वाला माध्यम दूसरे की अपेक्षा प्रकाशिक सघन है। दूसरा कम अपवर्तनांक वाला माध्यम प्रकाशिक विरल माध्यम है। विरल माध्यम में प्रकाश की चाल सघन माध्यम की अपेक्षा अधिक होती है। अतः विरल माध्यम से सघन माध्यम में गमन करने वाली प्रकाश की किरण धीमी हो जाती है तथा अभिलंब की ओर झुक जाती है। जब ये सघन माध्यम से विरल माध्यम में गमन करती है तो इसकी चाल बढ़ जाती है तथा यह अभिलंब से दूर हट जाती है।

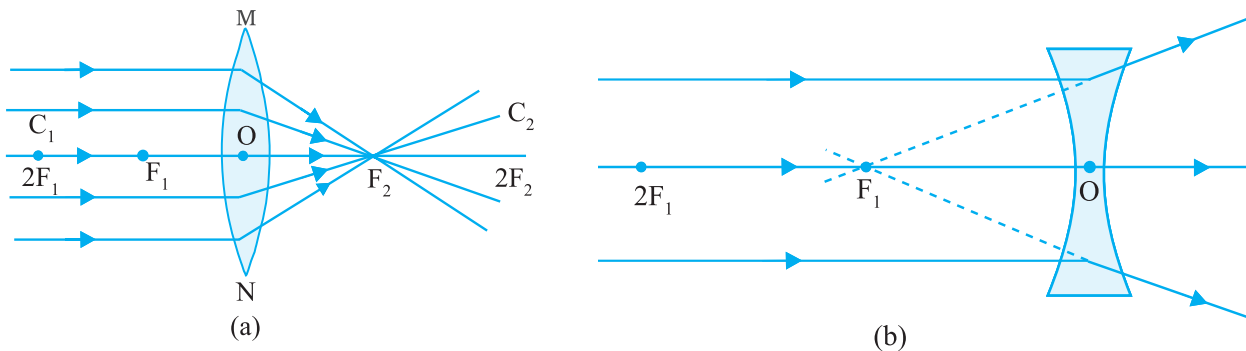
- यह आवश्यक नहीं कि प्रकाशिक सघन माध्यम का द्रव्यमान घनत्व भी अधिक हो, उदाहरण के लिए किरोसिन जिसका अपवर्तनांक जल से अधिक है, जल की अपेक्षा प्रकाशिक सघन है, यद्यपि इसका द्रव्यमान घनत्व जल से कम है (तालिका 2.3 देखें)।

तालिका 2.3: कुछ वस्तुओं या माध्यमों का निरपेक्ष अपवर्तनांक

वस्तु या माध्यम	अपवर्तनांक	वस्तु या माध्यम	अपवर्तनांक
वायु	1.0003	क्राउन काँच (Crown Glass)	1.52
बर्फ	1.31	कनाडा बालसम	1.53
जल	1.33	खनिज नमक	1.54
एल्कोहल	1.36	कार्बन डाइसल्फाइड	1.63
किरोसिन	1.44	सघन फ्लिंट काँच	1.65
संगलित क्वार्ट्ज	1.46	माणिक्य (Ruby)	1.71
तारपीन का तेल	1.47	नीलम (Sapphire)	1.77
बेंजीन (Benzene)	1.50	हीरा (Diamond)	2.42

गोलीय लेंस द्वारा अपवर्तन

- दो पृष्ठों से घिरा हुआ एक पारदर्शी माध्यम, जिसमें से एक या दोनों सतहें गोलीय होती हैं, **लेंस** कहलाता है। इसका अर्थ है कि एक लेंस का कम-से-कम एक पृष्ठ गोलीय होता है। ऐसे लेंसों में दूसरा पृष्ठ समतल हो सकता है।
- एक लेंस में बाहर की ओर उभरे हुए दो गोलीय पृष्ठ हो सकते हैं। ऐसे लेंस को **द्वि-उत्तल लेंस** कहा जाता है। इसे केवल **उत्तल लेंस** भी कहा जाता है। यह किनारों की तुलना में बीच में मोटा होता है। उत्तल लेंस प्रकाश किरणों को अभिसरित करते हैं। इसलिए उत्तल लेंस को **अभिसारी लेंस** भी कहा जाता है।
- एक द्वि-अवतल लेंस अंदर की ओर वक्रित दो गोलीय पृष्ठों से घिरा होता है। यह बीच की अपेक्षा किनारों से मोटा होता है। ऐसे लेंस प्रकाश किरणों को अपसरित करते हैं। ऐसे लेंसों को **अपसारी लेंस** कहते हैं। द्वि-अवतल लेंस प्रायः **अवतल लेंस** भी कहलाता है।



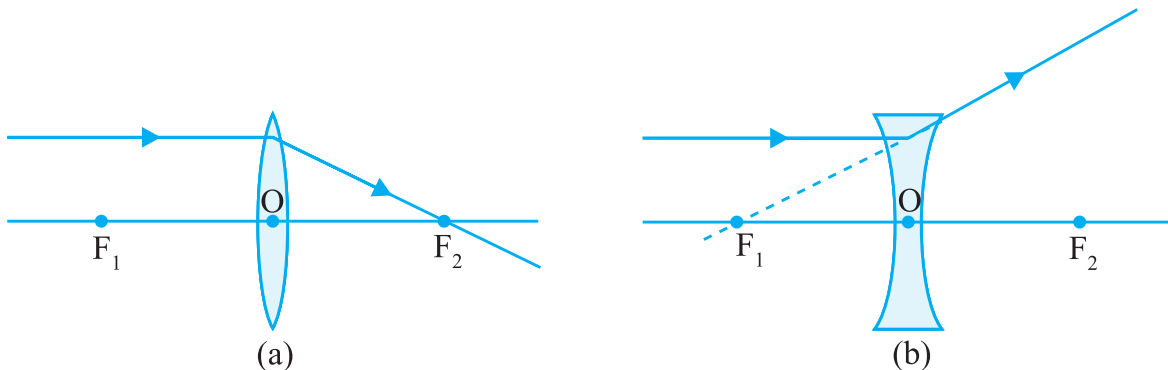
चित्र 2.15: (a) उत्तल लेंस की अभिसारी क्रिया और (b) अवतल लेंस की अपसारी क्रिया

- एक लेंस, चाहे वह उत्तल हो या अवतल, में दो गोलीय पृष्ठ होती हैं। इनमें से प्रत्येक पृष्ठ एक गोलीय भाग होता है। इन गोलों के केंद्रों को लेंस का **वक्रता केंद्र** कहा जाता है। लेंस के वक्रता केंद्र को आमतौर पर C अक्षर से दर्शाया जाता है। चूंकि वक्रता के दो केंद्र होते हैं, इसलिए हम उन्हें C_1 और C_2 के रूप में निरूपित कर सकते हैं। लेंस के दो वक्रता केंद्रों से होकर गुजरने वाली एक काल्पनिक सीधी रेखा को लेंस का **मुख्य अक्ष** कहा जाता है। लेंस का केंद्रीय बिंदु इसका **प्रकाशिक केंद्र** कहलाता है। इसे आमतौर पर O अक्षर से दर्शाया जाता है। लेंस के प्रकाशिक केंद्र से गुजरने वाली प्रकाश किरण बिना किसी विचलन के निर्गत होती है। गोलीय लेंस की वृत्ताकार रूपरेखा का प्रभावी व्यास इसका **द्वारक (एपर्चर)** कहलाता है।
- उत्तल लेंस पर मुख्य अक्ष के समानांतर प्रकाश की बहुत सी किरणें आपतित होती हैं। ये किरणें लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिंदु पर अभिसरित हो जाती हैं। मुख्य अक्ष पर यह बिंदु लेंस का **मुख्य फोकस** कहलाता है।
- अवतल लेंस पर मुख्य अक्ष के समानांतर प्रकाश की अनेक किरणें आपतित होती हैं। ये किरणें लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के एक बिंदु से अपसरित होती प्रतीत होती हैं। मुख्य अक्ष पर यह बिंदु **अवतल लेंस का मुख्य फोकस** कहलाता है।
- यदि समानांतर किरणें लेंस के विपरीत पृष्ठ से गुजरती हैं, तो विपरीत दिशा में एक और मुख्य फोकस बनता है। मुख्य फोकस को दर्शाने के लिए आमतौर पर अक्षर F का उपयोग किया जाता है। हालाँकि एक लेंस में दो मुख्य फोकस होते हैं और इन्हें F_1 और F_2 द्वारा दर्शाया जाता है। लेंस के प्रकाशिक केंद्र से मुख्य फोकस की दूरी को इसकी **फोकस दूरी** कहा जाता है। फोकस दूरी को दर्शाने के लिए अक्षर f का उपयोग किया जाता है।

किरण आरेखों के उपयोग द्वारा लेंसों से प्रतिबिंब बनना

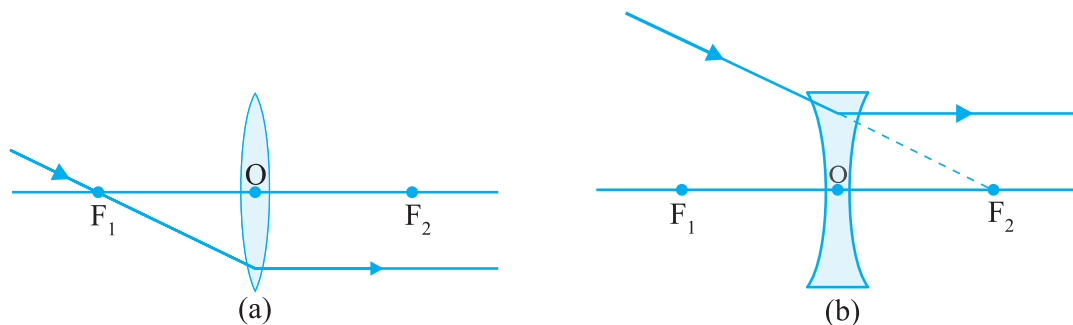
गोलीय दर्पणों की तरह लेंस में किरण आरेख बनाने के लिए हम निम्नलिखित में से किन्हीं दो किरणों पर विचार कर सकते हैं:

1. बिंब से, मुख्य अक्ष के समानांतर आने वाली कोई प्रकाश किरण उत्तल लेस से अपवर्तन के पश्चात लेंस के दूसरी ओर मुख्य फोकस से गुजरती है। अवतल लेस की स्थिति में प्रकाश किरण लेंस के उसी ओर स्थित मुख्य फोकस से अपसरित होती प्रतीत होती है।



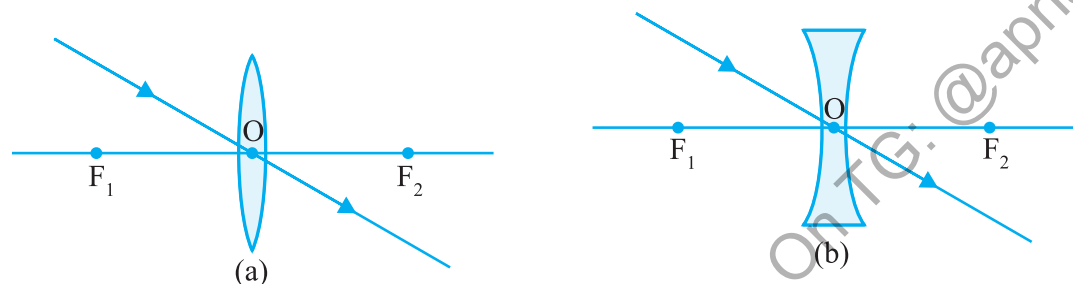
चित्र 2.16

2. मुख्य फोकस से गुजरने वाली प्रकाश किरण, उत्तल लेस से अपवर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समानांतर निर्गत होगी। अवतल लेस के मुख्य फोकस पर मिलती प्रतीत होने वाली प्रकाश किरण, अपवर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समानांतर निर्गत होगी।



चित्र 2.17

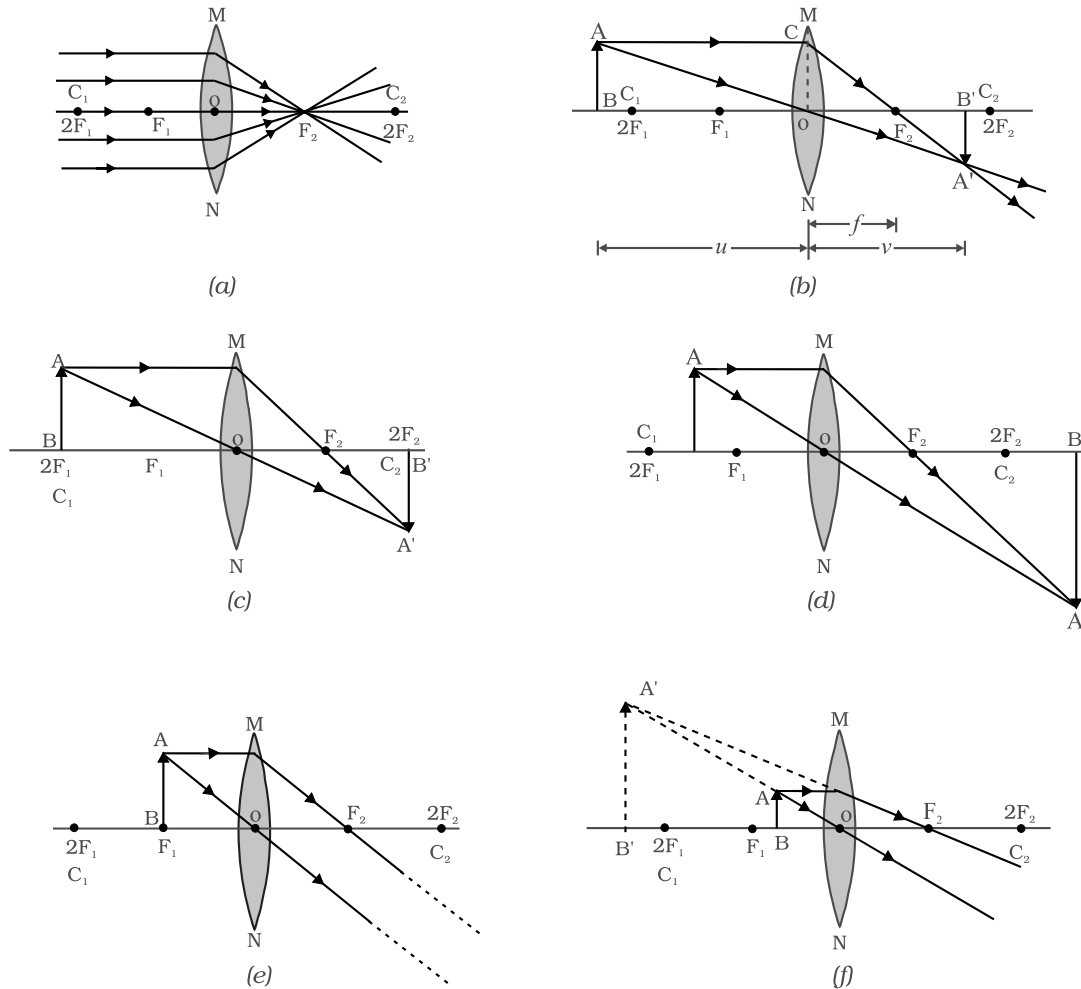
3. लेंस के प्रकाशिक केंद्र से गुजरने वाली प्रकाश किरण अपवर्तन के पश्चात बिना किसी विचलन के निर्गत होती है।



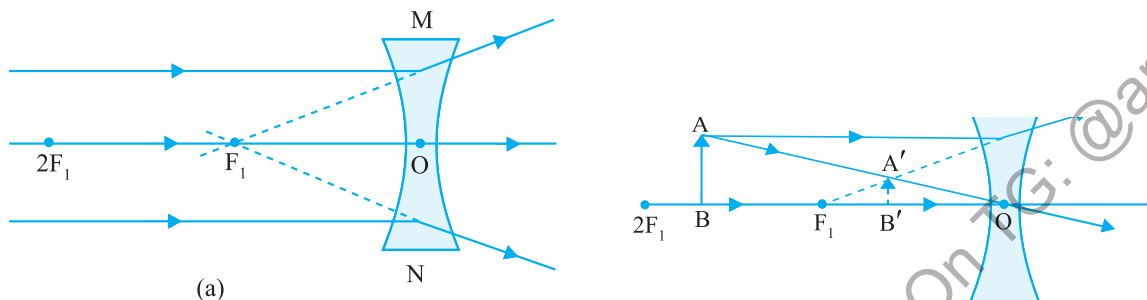
चित्र 2.18

लेंस द्वारा प्रतिबिंब निर्माण

लेंस प्रकाश को अपवर्तित करके प्रतिबिंब बनाते हैं। बिंब की विभिन्न स्थितियों के लिए उत्तल और अवतल लेंस द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति और सापेक्षिक आकार का संक्षिप्त विवरण तालिका 2.4 और 2.5 में दिया गया है।



चित्र 2.19: वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए उत्तल लेंस द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की स्थिति, आकार और प्रकृति



चित्र 2.20: अवतल लेंस द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति एवं आकार

तालिका 2.4: वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए उत्तल लेंस द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति और आपेक्षिक आकार

वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आपेक्षिक आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति
अनंत पर	फोकस F_2 पर	अत्यधिक छोटा, बिंदु आकार का	वास्तविक और उल्टा
$2F_1$ से परे	F_2 और $2F_2$ के बीच	छोटा	वास्तविक और उल्टा
$2F_1$ पर	$2F_2$ पर	समान आकार का	वास्तविक और उल्टा
F_1 और $2F_1$ के बीच	$2F_2$ से परे	बड़ा	वास्तविक और उल्टा
फोकस F_1 पर	अनंत पर	असीमित रूप से बड़ा अथवा अत्यधिक विवर्धित	वास्तविक और उल्टा
फोकस F_1 और प्रकाशिक केंद्र O के बीच	लेंस के उसी तरफ जिस तरफ बिंब है	बड़ा	आभासी और सीधा

तालिका 2.5: वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए अवतल लेंस द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति और आपेक्षिक आकार

वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आपेक्षिक आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति
अनंत पर	फोकस F_1 पर	अत्यधिक छोटा, बिंदु आकार का	आभासी और सीधा
अनंत और लेंस के प्रकाशिक केंद्र O के बीच	फोकस F_1 और प्रकाशिक केंद्र O के बीच	छोटा	आभासी और सीधा

निष्कर्ष रूप में यह कहा जा सकता है कि अवतल लेंस हमेशा आभासी, सीधा और छोटा प्रतिबिंब बनाएगा, चाहे बिंब कहीं भी स्थित हो।

गोलीय लेंस के लिए चिह्न परिपाटी

लेंसों के लिए चिह्न-परिपाटी, गोलीय दर्पणों की चिह्न-परिपाटी के ही सामान है। दूरियों के चिह्नों के निर्धारण के लिए हम यहाँ भी उन्हीं नियमों को अपनाते हैं। केवल, जहाँ दर्पणों में सभी दूरियाँ उनके ध्रुवों से मापी जाती हैं वहाँ लेंसों में सभी माप उनके प्रकाशिक केंद्र से लिए जाते हैं। परिपाटी के अनुसार उत्तल लेंस की फोकस दूरी धनात्मक होती है, जबकि अवतल लेंस की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है।

लेंस सूत्र और आवर्धन

- यह सूत्र बिंब दूरी (u), प्रतिबिंब दूरी (v) और फोकस दूरी (f) के बीच संबंध दर्शाता है। लेंस सूत्र को $1/v - 1/u = 1/f$ के रूप में व्यक्त किया जाता है।
- उपरोक्त लेंस सूत्र व्यापक है तथा किसी भी गोलीय लेंस के लिए, सभी स्थितियों में मान्य है।

आवर्धन

- लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, गोलीय दर्पणों के समान, प्रतिबिंब की ऊँचाई और बिंब की ऊँचाई के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है। आवर्धन को m अक्षर द्वारा दर्शाया जाता है। यदि h बिंब की ऊँचाई हो और h' लेंस द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब की ऊँचाई हो, तो लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन होगा-

$$m = \text{प्रतिबिंब की ऊँचाई} / \text{वस्तु की ऊँचाई} = h'/h$$

- लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, बिंब दूरी u , और प्रतिबिंब दूरी v से भी संबंधित है। इस संबंध इस प्रकार व्यक्त किया जाता है:

$$\text{आवर्धन (m)} = h'/h = v/u$$

लेंस की क्षमता

- किसी लेंस की प्रकाश किरणों को अभिसरित अथवा अपसरित करने की क्षमता उसकी फोकस दूरी पर निर्भर करती है, उदाहरण के लिए- कम फोकस दूरी का एक उत्तल लेंस प्रकाश किरणों को बड़े कोण से मोड़कर उन्हें प्रकाशिक केंद्र के निकट फोकसित कर देता है।
- इसी प्रकार, कम फोकस दूरी का एक अवतल लेंस अधिक फोकस दूरी के लेंस की अपेक्षा प्रकाश किरणों को अधिक अपसरित करता है। किसी लेंस द्वारा प्रकाश किरणों को अभिसरण या अपसरण करने की मात्रा (degree) को उसकी क्षमता के रूप में व्यक्त किया जाता है।
- लेंस की क्षमता को उसकी फोकस दूरी के व्युत्क्रम के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसे अक्षर P द्वारा दर्शाया जाता है। फोकस दूरी f वाले लेंस की क्षमता P इस प्रकार दी जाती है:

$$P = 1/f$$

- लेंस की क्षमता का SI मात्रक 'डायोप्टर' (Diopetre) है। इसे अक्षर D द्वारा दर्शाया जाता है। यदि f को मीटर में व्यक्त करें तो क्षमता को डायोप्टर में व्यक्त किया जाता है। इस प्रकार, 1 डायोप्टर उस लेंस की क्षमता है, जिसकी फोकस दूरी 1 मीटर हो। $1D = 1m^{-1}$

- उत्तल लेंस की क्षमता धनात्मक तथा अवतल लेंस की क्षमता ऋणात्मक होती है। चश्मा बनाने वाले जब संशोधी लेंस निर्धारित करते हैं तो उनकी क्षमता का उल्लेख करते हैं।

लेंस डिजाइन करना

अनेक प्रकाशिक यंत्रों में कई लेंस लगे होते हैं। उन्हें प्रतिबिंब को अधिक आवर्धित तथा सुस्पष्ट बनाने के लिए संयोजित किया जाता है। इस प्रकार संपर्क में रखे लेंसों की कुल क्षमता (P) उन लेंसों की पृथक-पृथक क्षमताओं ($P_1, P_2, P_3, \dots$ आदि), का बीजगणितीय योग होती है,

$$\text{जैसे- } P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

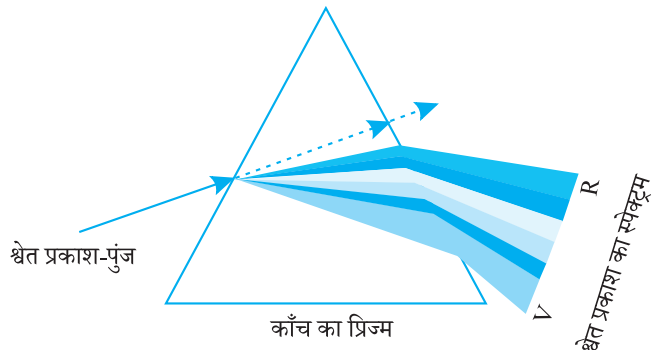
चश्मा बनाने वालों के लिए, लेंसों की फोकस दूरी के स्थान पर क्षमताओं का उपयोग करना काफ़ी सुविधाजनक होता है। नेत्र परीक्षण करते समय चश्मा बनाने वाला ज्ञात क्षमता वाले संशोधी लेंसों के अनेक अलग-अलग संयोजनों को संपर्क में रखकर, चश्मों को टेस्ट करने वाले फ्रेम के अंदर रखता है। चश्मा बनाने वाला आवश्यक लेंस की क्षमता की गणना सरल बीजगणितीय योग के द्वारा कर लेता है, उदाहरण के लिए +2.0 D तथा +0.25 D क्षमता वाले दो लेंसों का संयोजन +2.25 D क्षमता के एकल लेंस के तुल्य है। लेंसों की क्षमताओं की योज्यता के इस गुणधर्म का उपयोग, एकल लेंस द्वारा बने प्रतिबिंबों में कुछ दोषों को कम करने में किया जा सकता है। कई लेंसों को एक-दूसरे के संपर्क में रखकर बनाए गए लेंस निकायों का उपयोग सामान्यतः कैमरों के लेंस तथा सूक्ष्मदर्शियों एवं दूरदर्शकों के लेंसों के डिजाइन में किया जाता है।

प्रिज्म से प्रकाश का अपवर्तन

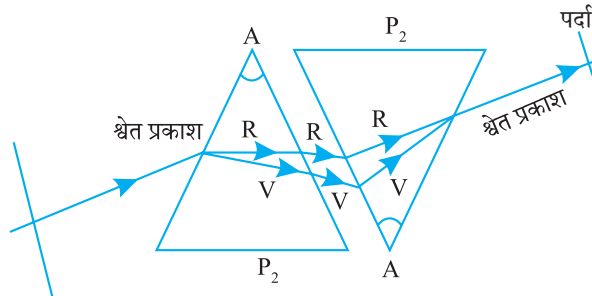
एक त्रिभुजाकार काँच के प्रिज्म में दो त्रिभुजाकार आधार तथा तीन आयताकार पार्श्व-पृष्ठ होते हैं। ये पृष्ठ एक-दूसरे पर झुके होते हैं। इसके दो पार्श्व फलकों के बीच के कोण को **प्रिज्म कोण** कहा जाता है।

काँच के प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण

- प्रिज्म श्वेत प्रकाश को रंगों की पट्टी में विभक्त कर देता है। दिखाई देने वाले विभिन्न वर्ण- बैंगनी (violet), जामुनी (indigo), नीला (blue), हरा (green), पीला (yellow), नारंगी (orange) तथा लाल (red) हैं। प्रकाश के अवयवी वर्णों के इस बैंड को **स्पेक्ट्रम** कहते हैं। प्रकाश के अवयवी वर्णों में विभाजन को **विक्षेपण** कहा जाता है।
- प्रिज्म से गुजरने के पश्चात्, प्रकाश के विभिन्न वर्ण, आपतित किरण के सापेक्ष अलग-अलग कोणों पर विक्षेपित होते हैं। लाल प्रकाश सबसे कम विक्षेपित होता है, जबकि बैंगनी सबसे अधिक विक्षेपित होता है। इसलिए प्रत्येक वर्ण की किरणें अलग-अलग पथों के अनुदिश निर्गत होती हैं तथा सुस्पष्ट दिखाई देती हैं। यह सुस्पष्ट वर्णों का बैंड ही हमें वर्णक्रम के रूप में दिखाई देता है।
- आइजक न्यूटन** ने सर्वप्रथम सूर्य का स्पेक्ट्रम प्राप्त करने के लिए काँच के प्रिज्म का उपयोग किया। दूसरे समान प्रिज्म उपयोग करके उन्होंने श्वेत प्रकाश के स्पेक्ट्रम के वर्णों को और अधिक विभक्त करने का प्रयत्न किया, किंतु उन्हें और अधिक वर्ण नहीं मिल पाए। फिर उन्होंने एक दूसरा सर्व सम प्रिज्म पहले प्रिज्म के सापेक्ष उल्टी स्थिति में रखा। इससे स्पेक्ट्रम के सभी वर्ण दूसरे प्रिज्म से होकर गुजरे। उन्होंने देखा कि दूसरे प्रिज्म से श्वेत प्रकाश का किरण पुंज निर्गत हो रहा है। इस प्रेक्षण से न्यूटन को यह विचार आया कि सूर्य का प्रकाश सात वर्णों से मिलकर बना है।



चित्र 2.21: काँच के प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण



चित्र 2.22: श्वेत प्रकाश के स्पेक्ट्रम का पुनर्योजन

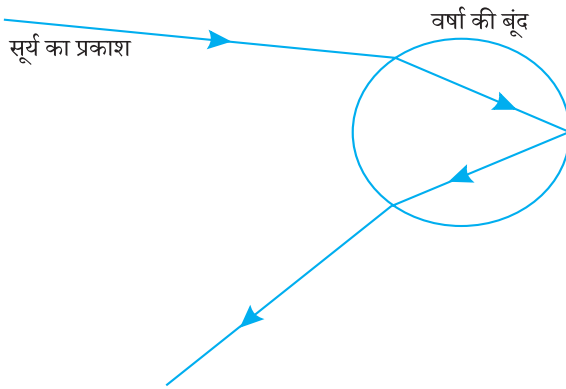
- कोई भी प्रकाश जो सूर्य के प्रकाश के सदृश स्पेक्ट्रम बनाता है, प्रायः श्वेत प्रकाश कहलाता है।
- इंद्रधनुष, वर्षा के पश्चात् आकाश में जल के सूक्ष्म कणों में दिखाई देने वाला प्राकृतिक वर्णक्रम है। यह वायुमंडल में उपस्थित जल की सूक्ष्म बूंदों द्वारा सूर्य के प्रकाश के विक्षेपण के कारण प्राप्त होता है। इंद्रधनुष सदैव सूर्य की विपरीत दिशा में बनता है। जल की सूक्ष्म बूंदें छोटे प्रिज्मों की भाँति कार्य करती हैं। सूर्य के आपतित प्रकाश को ये बूंदें अपवर्तित तथा विक्षेपित करती हैं, तत्पश्चात् इसे आंतरिक परावर्तित करती हैं। अंततः जल की बूंद से बाहर निकलते समय प्रकाश को पुनः अपवर्तित करती हैं। प्रकाश के विक्षेपण तथा आंतरिक परावर्तन के कारण विभिन्न वर्ण प्रेक्षक के नेत्रों तक पहुँचते हैं।



चित्र 2.23: इंद्रधनुष

विचारणीय बिंदु

हमारे द्वारा श्वेत प्रकाश के रूप में देखे जाने वाले प्रकाश को जब प्रिज्म से गुजारा जाता है तो यह विभिन्न वर्णों में विभक्त हो जाता है। क्या आपने कभी सोचा है कि हमें यह श्वेत दिखता है, विभिन्न वर्णों का क्यों नहीं? हमें सूर्योदय या सूर्यास्त के समय ज्यादा लाल या नारंगी रंग की रोशनी क्यों दिखाई देती है और दिन के समय नहीं?



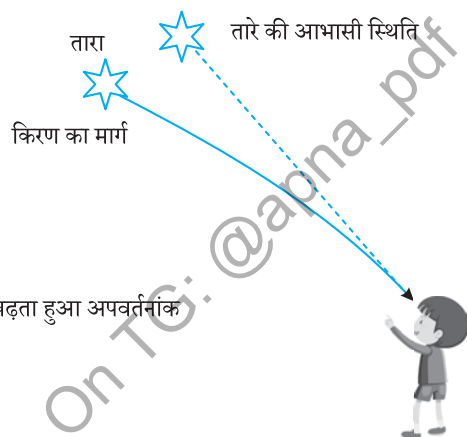
चित्र 2.24: इंद्रधनुष का बनना

वायुमंडलीय अपवर्तन

- आपने संभवतः कभी आग या भट्टी अथवा किसी ऊष्मीय विकिरक के ऊपर उठती गर्म या उष्ण वायु के विक्षुब्ध प्रवाह में धूल के कणों की आभासी, अनियमित, अस्थिर गति अथवा झिलमिलाहट देखी होगी। आग के ठीक ऊपर की वायु अपने ऊपर की वायु की तुलना में अधिक गर्म हो जाती है।
- गर्म वायु अपने ऊपर की ठंडी या शीत वायु की तुलना में हल्की (कम घन) होती है तथा इसका अपवर्तनांक ठंडी वायु की अपेक्षा थोड़ा कम होता है, क्योंकि अपवर्तक माध्यम (वायु) की भौतिक अवस्थाएँ स्थिर नहीं हैं, इसलिए गर्म वायु में से होकर देखने पर वस्तु की आभासी स्थिति परिवर्तित होती रहती है। इस प्रकार यह अस्थिरता हमारे स्थानीय पर्यावरण में लघु स्तर पर वायुमंडलीय अपवर्तन (पृथ्वी के वायुमंडल के कारण प्रकाश का अपवर्तन) का ही एक प्रभाव है।

तारों का टिमटिमाना

- तारों के प्रकाश के वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण ही तारे टिमटिमाते प्रतीत होते हैं। पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करने के पश्चात् पृथ्वी पर पहुँचने तक तारे का प्रकाश निरंतर अपवर्तित होता जाता है। वायुमंडलीय अपवर्तन उसी माध्यम में होता है, जिसका क्रमिक परिवर्ती अपवर्तनांक होता है।
- वायुमंडल तारे के प्रकाश को अभिलंब की ओर झुका देता है, इसलिए तारे की आभासी स्थिति उसकी वास्तविक स्थिति से कुछ भिन्न प्रतीत होती है। क्षितिज के निकट देखने पर कोई तारा अपनी वास्तविक स्थिति से कुछ ऊँचाई पर प्रतीत होता है। इसके अतिरिक्त तारे की यह आभासी स्थिति भी स्थायी न होकर धीरे-धीरे थोड़ी बदलती भी रहती है, क्योंकि पृथ्वी के वायुमंडल की भौतिक अवस्थाएँ स्थायी नहीं हैं। चूँकि तारे बहुत दूर हैं, इसलिए वे प्रकाश के बिंदु-स्रोत के सन्निकट हैं, क्योंकि तारों से आने वाली प्रकाश किरणों का पथ थोड़ा-थोड़ा परिवर्तित होता रहता है। अतः तारे की आभासी स्थिति विचलित होती रहती है तथा आँखों में प्रवेश करने वाले तारों के प्रकाश की मात्रा झिलमिलाती रहती है, जिसके कारण कोई तारा कभी चमकीला प्रतीत होता है तो कभी धुंधला, जो कि टिमटिमाहट का प्रभाव है।

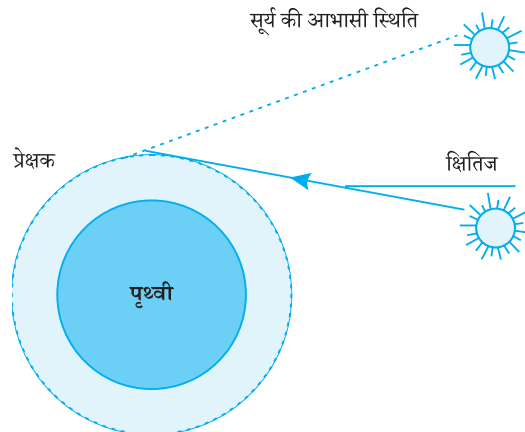


चित्र 2.25: वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण तारे की आभासी स्थिति

- ग्रह तारों की अपेक्षा पृथ्वी के बहुत पास हैं और इसीलिए उन्हें विस्तृत स्रोत की भाँति माना जा सकता है। यदि हम ग्रह को बिंदु-साइज के अनेक प्रकाश स्रोतों का संग्रह मान लें तो सभी बिंदु आकार के प्रकाश-स्रोतों से हमारे नेत्रों में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा में कुल परिवर्तन का औसत मान शून्य होगा, इसी कारण टिमटिमाने का प्रभाव निष्प्रभावी हो जाता है। अतः ग्रह तारों के समान टिमटिमाते नहीं हैं।

अग्रिम सूर्योदय और विलंबित सूर्यास्त

- वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण सूर्य हमें वास्तविक सूर्योदय से लगभग 2 मिनट पूर्व दिखाई देने लगता है तथा वास्तविक सूर्यास्त के लगभग 2 मिनट पश्चात तक दिखाई देता रहता है। वास्तविक सूर्योदय से हमारा अर्थ है, सूर्य द्वारा वास्तव में क्षितिज को पार करना।
- वास्तविक सूर्यास्त तथा आभासी सूर्यास्त के बीच समय का अंतर लगभग 2 मिनट है। इसी परिघटना के कारण ही सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य की चक्रिका चपटी प्रतीत होती है।



चित्र 2.26: वायुमंडलीय अपवर्तन का सूर्योदय और सूर्यास्त पर प्रभाव

स्वच्छ आकाश का रंग नीला क्यों होता है?

- वायुमंडल में वायु के अणु तथा अन्य सूक्ष्म कणों का आकार दृश्य प्रकाश की तरंगदैर्घ्य के प्रकाश की अपेक्षा नीले वर्ण की ओर के कम तरंगदैर्घ्य के प्रकाश को प्रकीर्णित करने में अधिक प्रभावी है। लाल वर्ण के प्रकाश की तरंगदैर्घ्य नीले प्रकाश की अपेक्षा लगभग 1.8 गुनी है। अतः, जब सूर्य का प्रकाश वायुमंडल से गुजरता है, वायु के सूक्ष्म कण लाल रंग की अपेक्षा नीले रंग (छोटी तरंगदैर्घ्य) को अधिक प्रबलता से प्रकीर्णित करते हैं। प्रकीर्णित हुआ नीला प्रकाश हमारे नेत्रों में प्रवेश करता है। यदि पृथ्वी पर वायुमंडल न होता तो कोई प्रकीर्णन न हो पाता, तब आकाश काला प्रतीत होता। अत्यधिक ऊँचाई पर उड़ते हुए यात्रियों को आकाश काला प्रतीत होता है, क्योंकि इतनी ऊँचाई पर प्रकीर्णन सुस्पष्ट नहीं होता।
- 'खतरे' के संकेत (सिग्नल) का प्रकाश लाल रंग का होता है, क्योंकि लाल रंग कुहरे या धुँएँ से सबसे कम प्रकीर्णित होता है। इसीलिए, यह दूर से देखने पर भी लाल रंग का ही दिखलाई देता है।

प्रकाश का प्रकीर्णन

- प्रकाश तथा हमारे चारों ओर की वस्तुओं के बीच अन्योन्यक्रिया के कारण ही हमें प्रकृति में अनेक आश्चर्यजनक परिघटनाएँ देखने को मिलती हैं। आकाश का नीला रंग, गहरे समुद्र के जल का रंग, सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का रक्ताभ दिखाई देना, कुछ ऐसी अद्भुत परिघटनाएँ हैं, जिनसे हम परिचित हैं।
- किसी वास्तविक विलयन से गुजरने वाले प्रकाश किरण पुंज का मार्ग हमें दिखाई नहीं देता। तथापि, किसी कोलॉइड विलयन में जहाँ कणों का आकार अपेक्षाकृत बड़ा होता है, यह मार्ग दृश्य होता है।

टिंडल प्रभाव

- पृथ्वी का वायुमंडल सूक्ष्म कणों का एक विषमांगी मिश्रण है। इन कणों में धुआँ, जल की सूक्ष्म बूँदें, धूल के निलंबित कण तथा वायु के अणु सम्मिलित होते हैं। जब कोई प्रकाश किरण पुंज ऐसे सूक्ष्म कणों से टकराता है तो उस किरण पुंज का मार्ग दिखाई देने लगता है।
- इन कणों से विसरित प्रकाश परावर्तित होकर हमारे पास तक पहुँचता है। कोलॉइड कणों द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णन की परिघटना टिंडल प्रभाव उत्पन्न करती है।
- जब धुँएँ से भरे किसी कमरे में किसी सूक्ष्म छिद्र से कोई पतला प्रकाश किरण पुंज प्रवेश करता है तो इस परिघटना को देखा जा सकता है। इस प्रकार, प्रकाश का प्रकीर्णन कणों को दृश्य बनाता है।

- जब किसी सघन जंगल के कैनोपी से सूर्य का प्रकाश गुजरता है तो टिंडल प्रभाव को देखा जा सकता है। वन के कुहासे में जल की सूक्ष्म बूँदें प्रकाश का प्रकीर्णन कर देती हैं।
- प्रकीर्णित प्रकाश का वर्ण, प्रकीर्णन करने वाले कणों के आकार पर निर्भर करता है। अत्यंत सूक्ष्म कण मुख्य रूप से नीले प्रकाश को प्रकीर्ण करते हैं, जबकि बड़े आकार के कण अधिक तरंगदैर्घ्य के प्रकाश को प्रकीर्ण करते हैं। यदि प्रकीर्णन करने वाले कणों का आकार बहुत अधिक है तो प्रकीर्णित प्रकाश श्वेत भी प्रतीत हो सकता है।

मानव नेत्र

मानव नेत्र एक अत्यंत मूल्यवान एवं सुग्राही ज्ञानेंद्रिय है। यह एक कैमरे की तरह है।

नेत्रों के भाग

- दृष्टि पटल:** नेत्र का लेंस-निकाय एक प्रकाश-सुग्राही परदे, जिसे रेटिना या दृष्टिपटल कहते हैं, पर प्रतिबिंब बनाता है। रेटिना में कई तंत्रिका कोशिकाएँ होती हैं।
- दृक् तंत्रिका:** तंत्रिका कोशिकाओं द्वारा अनुभव की गई संवेदनाओं को दृक् तंत्रिकाओं द्वारा मस्तिष्क तक पहुँचा दिया जाता है। तंत्रिका कोशिकाएँ दो प्रकार की होती हैं।

(i) शंकु, जो तीव्र प्रकाश के लिए सुग्राही होते हैं तथा

(ii) शलाकाएँ, जो मंद प्रकाश के लिए सुग्राही होती हैं।

इसके अतिरिक्त, शंकु रंगों (वर्णों) की सूचनाएँ भी भेजते हैं।

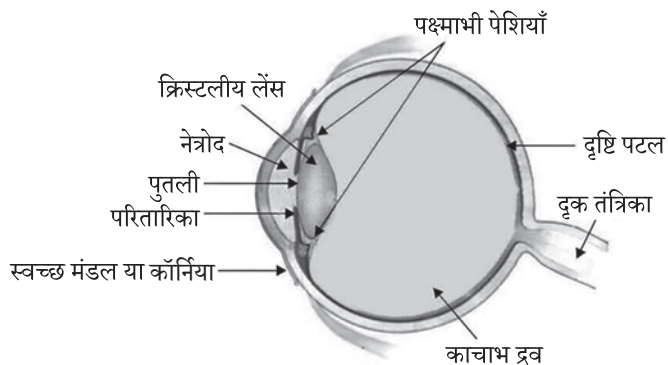
- अंध बिंदु:** दृक् तंत्रिकाओं तथा रेटिना की संधि पर कोई तंत्रिका कोशिका नहीं होती। इस बिंदु को **अंध बिंदु** कहते हैं। रेटिना पर बने प्रतिबिंब का प्रभाव, वस्तु को हटा लेने पर, तुरन्त ही समाप्त नहीं होता। यह लगभग $1/16$ सेकंड तक बना रहता है। इसलिए, यदि नेत्र पर प्रति सेकंड 16 या इससे अधिक दर पर किसी गतिशील वस्तु के स्थिर प्रतिबिंब बनें, तो नेत्र को वह वस्तु चलचित्र की भाँति चलती-फिरती अनुभव होगी।

- कॉर्निया या स्वच्छ मंडल:** प्रकाश एक पतली झिल्ली से होकर नेत्र में प्रवेश करता है। इस झिल्ली को कॉर्निया कहते हैं। यह झिल्ली नेत्र गोलक के अग्र पृष्ठ पर एक पारदर्शी उभार बनाती है। नेत्र गोलक की आकृति लगभग गोलाकार होती है तथा इसका व्यास लगभग 2.3 cm होता है। नेत्र में प्रवेश करने वाली प्रकाश किरणों का अधिकांश अपवर्तन कॉर्निया के बाहरी पृष्ठ पर होता है।

- परितारिका/आइरिस:** यह कॉर्निया के पीछे होता है। यह गहरा पेशीय डायफ्राम होता है जो पुतली के आकार को नियंत्रित करता है।

- पुतली:** यह नेत्र में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित करती है।

- अभिनेत्र लेंस:** यह रेटिना पर किसी वस्तु का उलटा तथा वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है। रेटिना एक मुलायम सूक्ष्म झिल्ली होती है, जिसमें बृहत् संख्या में प्रकाश-सुग्राही कोशिकाएँ होती हैं। प्रदीप्त होने पर प्रकाश-सुग्राही कोशिकाएँ सक्रिय हो जाती हैं तथा विद्युत सिग्नल उत्पन्न करती हैं। ये सिग्नल दृक् तंत्रिकाओं द्वारा मस्तिष्क तक पहुँचा दिए जाते हैं। मस्तिष्क इन सिग्नलों की व्याख्या करता है तथा अंततः इस सूचना को संसाधित करता है, जिससे कि हम किसी वस्तु को जैसा है, वैसा ही देख लेते हैं।



चित्र 2.27: मानव नेत्र

विचारणीय बिंदु

अभिनेत्र लेंस रेटिना पर वस्तु का उल्टा तथा वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है। आपके अनुसार हमारे पास किस प्रकार का लेंस है: अवतल या उत्तल या द्वि गोलीय?



समंजन क्षमता

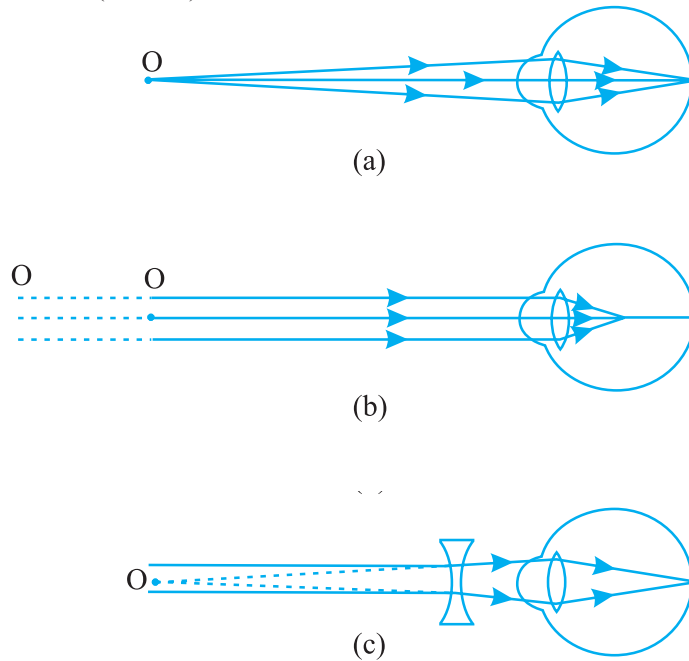
- अभिनेत्र लेंस रेशेदार जेली के समान पदार्थ का बना होता है। इसकी वक्रता में कुछ सीमाओं तक पक्ष्माभी पेशियों द्वारा रूपांतरण किया जा सकता है। अभिनेत्र लेंस की वक्रता में परिवर्तन होने पर इसकी फोकस दूरी भी परिवर्तित हो जाती है।
- जब पेशियाँ शिथिल होती हैं तो अभिनेत्र लेंस पतला हो जाता है। इस प्रकार इसकी फोकस दूरी बढ़ जाती है। इस स्थिति में हम दूर रखी वस्तुओं को स्पष्ट देख पाने में समर्थ होते हैं। जब आप आँख के निकट की वस्तुओं को देखते हैं तब पक्ष्माभी पेशियाँ सिकुड़ जाती हैं। इससे अभिनेत्र लेंस की वक्रता बढ़ जाती है। अभिनेत्र लेंस अब मोटा हो जाता है। परिणामस्वरूप, अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी घट जाती है। इससे हम निकट रखी वस्तुओं को स्पष्ट देख सकते हैं।
- अभिनेत्र लेंस की वह क्षमता, जिसके कारण वह अपनी फोकस दूरी को समायोजित कर लेता है, **समंजन** कहलाती है। तथापि अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी एक निश्चित न्यूनतम सीमा से कम नहीं होती। किसी वस्तु को आराम से सुस्पष्ट देखने के लिए आपको इसे अपने नेत्रों से कम से कम 25 cm दूर रखना होगा। वह न्यूनतम

दूरी जिस पर रखी कोई वस्तु बिना किसी तनाव के अत्यधिक स्पष्ट देखी जा सकती है, उसे **सुस्पष्ट दृश्यता की अल्पतम दूरी** कहते हैं। इसे **नेत्र का निकट-बिंदु** भी कहते हैं। किसी सामान्य दृष्टि के तरुण वयस्क के लिए निकट बिंदु की आँख से दूरी लगभग 25 cm होती है।

- वह दूरतम बिंदु जिस तक कोई नेत्र वस्तुओं को सुस्पष्ट देख सकता है, **नेत्र का दूर-बिंदु** (far Point) कहलाता है। सामान्य नेत्र के लिए यह अनंत दूरी पर होता है।
- कभी-कभी अधिक आयु के कुछ व्यक्तियों के नेत्र का क्रिस्टलीय लेंस दूधिया तथा धुँधला हो जाता है। इस स्थिति को **मोतियाबिंद (cataract)** कहते हैं। इसके कारण नेत्र की दृष्टि में कमी या पूर्ण रूप से दृष्टि क्षय हो जाता है। मोतियाबिंद की शल्य चिकित्सा के पश्चात दृष्टि का वापस लौटना संभव होता है।

दृष्टि दोष तथा उनका संशोधन

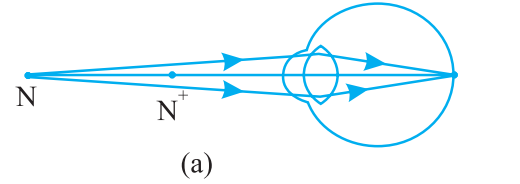
- कभी-कभी नेत्र धीरे-धीरे अपनी समंजन क्षमता खो सकते हैं। ऐसी स्थितियों में व्यक्ति वस्तुओं को स्पष्ट नहीं देख पाते। नेत्र में अपवर्तन दोषों के कारण दृष्टि धुँधली हो जाती है।
- दृष्टि के मुख्यतः तीन सामान्य अपवर्तन दोष हैं। ये हैं- (i) मायोपिया या निकट दृष्टि दोष (ii) हाइपरमेट्रोपिया या दूर दृष्टि दोष और (iii) प्रेसबायोपिया या जरा दूर दृष्टिता। इन दोषों को उपयुक्त गोलीय लेंस के उपयोग से ठीक किया जा सकता है।
- **मायोपिया या निकट दृष्टि दोष:** इसे **निकट-दृष्टिता (Near-sightedness)** भी कहते हैं। निकट दृष्टि दोषयुक्त कोई व्यक्ति निकट रखी वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है, परंतु दूर रखी वस्तुओं को वह सुस्पष्ट नहीं देख पाता। ऐसे दोषयुक्त व्यक्ति का दूर-बिंदु अनंत पर न होकर नेत्र के पास आ जाता है। निकट-दृष्टि दोषयुक्त नेत्र में, किसी दूर रखी वस्तु का प्रतिबिंब दृष्टिपटल (रेटिना) पर न बनकर, दृष्टिपटल के सामने बनता है। इस दोष के उत्पन्न होने के कारण हैं- (i) अभिनेत्र लेंस की वक्रता का अत्यधिक होना अथवा (ii) नेत्र गोलक का लंबा हो जाना। इस दोष को किसी उपयुक्त क्षमता के **अवतल लेंस (अपसारी लेंस)** के उपयोग द्वारा संशोधित किया जा सकता है। उपयुक्त क्षमता का अवतल लेंस वस्तु के प्रतिबिंब को वापस दृष्टिपटल (रेटिना) पर ले आता है तथा इस प्रकार इस दोष का संशोधन हो जाता है। (चित्र 2.28)



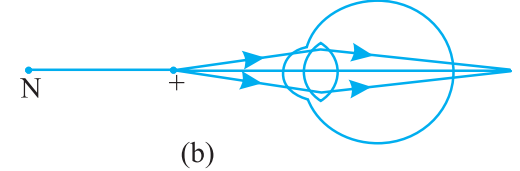
चित्र 2.28: (a) निकट-दृष्टि दोषयुक्त नेत्र का दूर-बिंदु (b) निकट दृष्टि दोषयुक्त नेत्र और (c) निकट दृष्टि दोष का संशोधन

- **दूर या दीर्घ-दृष्टि दोष या हाइपरमेट्रोपिया:** इसे **दूर-दृष्टिता (Far-sightedness)** भी कहते हैं। दीर्घ-दृष्टि दोषयुक्त कोई व्यक्ति दूर की वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है, परंतु निकट रखी वस्तुओं को सुस्पष्ट नहीं देख पाता। ऐसे दोषयुक्त व्यक्ति का निकट-बिंदु सामान्य निकट बिंदु (25 cm) से दूर हट जाता है। इसका कारण यह है कि पास रखी वस्तु से आने वाली प्रकाश किरणें दृष्टिपटल (रेटिना) के पीछे फोकसित होती हैं। इस दोष के उत्पन्न होने के कारण हैं- (i) अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी का अत्यधिक हो जाना अथवा (ii) नेत्र गोलक का छोटा हो जाना। इस दोष को उपयुक्त क्षमता के **अभिसारी लेंस (उत्तल लेंस)** का उपयोग करके संशोधित किया जा सकता है। उत्तल लेंस युक्त चश्मे दृष्टिपटल पर वस्तु का प्रतिबिंब फोकसित करने के लिए आवश्यक अतिरिक्त क्षमता प्रदान करते हैं। (चित्र 2.29)

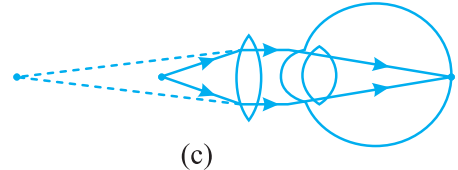
- **जरा दूरदृष्टिता/प्रेसबायोपिया:** आयु में वृद्धि होने के साथ-साथ मानव नेत्र की समंजन-क्षमता घट जाती है। अधिकांश व्यक्तियों का निकट-बिंदु दूर हट जाता है। संशोधक चशमों के बिना उन्हें पास की वस्तुओं को आराम से सुस्पष्ट देखने में कठिनाई होती है। इस दोष को **जरा-दूरदृष्टिता** कहते हैं। यह पक्ष्माभी पेशियों के धीरे-धीरे दुर्बल होने तथा क्रिस्टलीय लेंस के लचीलेपन में कमी आने के कारण उत्पन्न होता है। कभी-कभी किसी व्यक्ति के नेत्र में दोनों ही प्रकार के दोष निकट-दृष्टि तथा दूर-दृष्टि दोष हो सकते हैं। ऐसे व्यक्तियों को वस्तुओं को सुस्पष्ट देख सकने के लिए प्रायः द्विफोकसी लेंसों (Bi-focal lens) की आवश्यकता होती है। सामान्य प्रकार के द्विफोकसी लेंसों में अवतल तथा उत्तल दोनों लेंस होते हैं। ऊपरी भाग अवतल लेंस होता है। यह दूर की वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने में सहायता करता है। निचला भाग उत्तल लेंस होता है। यह पास की वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने में सहायक होता है।



(a)



(b)



(c)

चित्र 2.29: (a) दीर्घ-दृष्टि दोषयुक्त नेत्र का निकट बिंदु (b) दीर्घ-दृष्टि दोषयुक्त नेत्र (c) दीर्घ-दृष्टि दोष का संशोधन

दृष्टिबाधित व्यक्ति पढ़-लिख सकते हैं

- कुछ व्यक्ति जिनमें बच्चे भी सम्मिलित हैं, चाक्षुषी (दृष्टि संबंधी)-अक्षमता से पीड़ित होते हैं। उनकी वस्तुओं को देखने के लिए सीमित दृष्टि होती है। कुछ व्यक्ति जन्म से ही बिल्कुल नहीं देख पाते। कुछ व्यक्ति किसी बीमारी के कारण अपनी दृष्टि खो देते हैं। ऐसे व्यक्ति स्पर्श द्वारा अथवा ध्वनियों को ध्यानपूर्वक सुनकर वस्तुओं को पहचानने का प्रयत्न करते हैं। वे अपनी दूसरी ज्ञानेन्द्रियों को अधिक विकसित कर लेते हैं।
- तथापि, अतिरिक्त संसाधन उन्हें अपनी क्षमताओं को और अधिक विकसित करने में सक्षम बना सकते हैं।

लुई ब्रेल जो स्वयं एक क्षुब्धविकृति युक्त व्यक्ति थे, ने क्षुब्धविकृति युक्त व्यक्तियों के लिए एक पद्धति विकसित की तथा इसे 1821 में प्रकाशित किया। ब्रेल पद्धति में 63 बिंदुकित पैटर्न अथवा छाप हैं। वर्तमान पद्धति 1932 में अपनाई गई। सामान्य भाषाओं, गणित तथा वैज्ञानिक संकेतक के लिए ब्रेल कोड है। ब्रेल पद्धति का उपयोग करके अनेक भारतीय भाषाओं को पढ़ा जा सकता है।

—लुई ब्रेल



नेत्रदान

हमारे नेत्र हमारी मृत्यु के पश्चात् भी जीवित रहते हैं। विकासशील देशों के लगभग 3.5 करोड़ व्यक्ति दृष्टिहीन हैं तथा उनमें से अधिकांश की दृष्टि ठीक की जा सकती है। कॉर्निया-अंधता से पीड़ित लगभग 45 लाख व्यक्तियों को नेत्रदान द्वारा प्राप्त कॉर्निया के प्रत्यारोपण से ठीक किया जा सकता है। इन 45 लाख व्यक्तियों में 60% बच्चे 12 वर्ष से कम आयु के हैं।

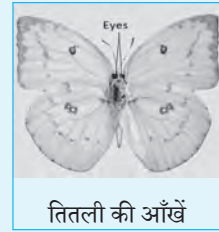
- नेत्रदान करने वाला व्यक्ति किसी भी आयु वर्ग अथवा लिंग का हो सकता है। चश्मा पहनने वाले या मोतियाबिंद का ऑपरेशन करा चुके व्यक्ति भी नेत्रदान कर सकते हैं। मधुमेह अथवा उच्च रक्तचाप से पीड़ित व्यक्ति, दमे के रोगी तथा वे व्यक्ति जिन्हें कोई संक्रामक रोग नहीं है, भी नेत्रदान कर सकते हैं।
- मृत्यु के पश्चात् 4-6 घंटे के भीतर नेत्र निकाल लिए जाने चाहिए तथा समीप के नेत्र बैंक को तुरंत सूचित किया जाना चाहिए।
- नेत्र बैंक की टीम दिवंगत व्यक्ति के घर पर या अस्पताल में नेत्र निकाल लेगी।
- नेत्र निकालने में मात्र 10-15 मिनट का समय लगता है। यह एक सरल प्रक्रिया है तथा इसमें किसी प्रकार का विरूपण नहीं होता।
- ऐसे व्यक्ति जो एड्स (AIDS), हेपेटाइटिस B या C (Hepatitis B or C), जलभीति (Rabies), एक्यूट ल्यूकेमिया (Acute leukaemia), टिटनेस (Tetanus), हैजा, तानिका शोध (Meningitis) या मस्तिष्क शोध (Encephalitis) से संक्रमित हैं या जिनकी इनके कारण मृत्यु हुई हो, नेत्रदान नहीं कर सकते।

नेत्र बैंक दान किए गए नेत्रों को एकत्रित करता है, उनका मूल्यांकन करता है, तथा उन्हें वितरित करता है। सभी दान किए गए नेत्रों का चिकित्सा के उच्च मानदंडों द्वारा मूल्यांकन किया जाता है। प्रत्यारोपण के मानकों पर खरे न उतरने वाले नेत्रों को महत्वपूर्ण अनुसंधान एवं चिकित्सा शिक्षा के लिए प्रयोग किया जाता है। दानकर्ता तथा नेत्र लेने वाले दोनों की पहचान को गुप्त रखा जाता है।

नेत्रों का एक युग्म, कॉर्निया अंधता से पीड़ित चार व्यक्तियों तक को दृष्टि प्रदान कर सकता है।

क्या आप जानते हैं?

- ❑ जन्तुओं के नेत्र विभिन्न आकृतियों के होते हैं। केकड़े के नेत्र बहुत छोटे होते हैं परन्तु इनके द्वारा केकड़ा चारों ओर देख सकता है। इसलिए यदि शत्रु पीछे से भी उसकी ओर आता है तब भी उसे पता लग जाता है। तितली के बड़े नेत्र होते हैं जो सहस्रों छोटे नेत्रों से मिलकर बने प्रतीत होते हैं। यह केवल सामने अथवा पार्श्व में ही नहीं बल्कि पीछे का भी देख सकती है।
- ❑ उल्लू रात में भली भौंति देख सकता है परन्तु दिन में नहीं देख पाता। इसके विपरीत दिन के प्रकाश में सक्रिय पक्षी (चील, गरुड़) दिन में अच्छी प्रकार देख सकते हैं लेकिन रात में ठीक से नहीं देख पाते। उल्लू के नेत्र में बड़ा कॉर्निया तथा बड़ी पुतली होती है, ताकि नेत्र में अधिक प्रकाश प्रवेश कर सके। इसी के साथ-साथ इसके रेटिना में बड़ी संख्या में शलाकाएँ होती हैं तथा केवल कुछ ही शंकु होते हैं। इसके विपरीत दिन के पक्षियों के नेत्रों में शंकु अधिक तथा शलाकाएँ कम होती हैं।



तितली की आँखें

नेत्रों की देखभाल

- ❑ यदि परामर्श दिया गया है तो उचित चश्मे का उपयोग कीजिए।
- ❑ नेत्रों के लिए बहुत कम या बहुत अधिक प्रकाश हानिकारक है। अपर्याप्त प्रकाश से नेत्र-खिंचाव तथा सरदर्द हो सकता है। सूर्य या किसी शक्तिशाली लैम्प का अत्यधिक तीव्र प्रकाश, अथवा लेजर टार्च का प्रकाश रेटिना को क्षति पहुँचा सकता है।
- ❑ सूर्य या किसी शक्तिशाली प्रकाश स्रोत को कभी भी सीधा मत देखिए।
- ❑ अपने नेत्रों को कभी मत रगड़िए। यदि आपके नेत्रों में कोई धूल का कण गिर जाए तो नेत्रों को स्वच्छ जल से धोइए। यदि कोई सुधार न हो तो डॉक्टर के पास जाइए।
- ❑ अपने नेत्रों को बारंबार स्वच्छ जल से धोइए।
- ❑ पठन सामग्री को सदैव दृष्टि की सामान्य दूरी पर रखकर पढ़िए। अपनी पुस्तक को नेत्रों के बहुत समीप लाकर अथवा उसे नेत्रों से बहुत दूर ले जाकर मत पढ़िए।
- ❑ खाद्य पदार्थों में विटामिन A की कमी से आँखों की कई समस्याएँ होती हैं। इनमें सबसे सामान्य है रतौंधी।

चाक्षुष-विकृति व्यक्तियों के लिए अप्रकाशिक साधन तथा प्रकाशिक साधन

- ❑ अप्रकाशिक साधनों में चाक्षुष साधन, स्पर्श साधन (स्पर्श की ज्ञानेन्द्रिय का उपयोग करके), श्रवण साधन (श्रवण की ज्ञानेन्द्रिय का उपयोग करके) तथा इलेक्ट्रॉनिक साधन सम्मिलित हैं।
- ❑ चाक्षुष साधन शब्दों को आवर्धित कर सकते हैं, उचित तीव्रता का प्रकाश प्रदान कर सकते हैं तथा सामग्री को उचित दूरी पर जुटा सकते हैं। स्पर्श साधन जिनमें ब्रेल लेखन पाटी तथा शलाका सम्मिलित हैं, चाक्षुष विकृति युक्त व्यक्तियों को पढ़ने तथा लिखने में सहायता करते हैं। श्रवण साधनों में कैसेट, टेपरिकॉर्डर, बोलने वाली पुस्तकें तथा ऐसे अन्य साधन सम्मिलित हैं। बोलने वाले कैलकुलेटर जैसे इलेक्ट्रॉनिक साधन भी उपलब्ध हैं जिनसे अनेक संगणना कार्य किए जा सकते हैं। बंद परिपथ टेलीविज़न भी एक इलेक्ट्रॉनिक साधन है जो मुद्रित सामग्री को उचित विपर्यास (कंट्रास्ट) तथा प्रदीप्ति के साथ आवर्धित करता है। आजकल श्रवण सीडी (CD) तथा कम्प्यूटरों के साथ वाक्यंश भी वांछित विषय को सुनने तथा लिखने में अत्यधिक सहायक हैं।
- ❑ प्रकाशिक साधनों में द्वि-फोकसी लेंस, संस्पर्श लेंस, रंजित लेंस, आवर्धक तथा दूरबीन साधन सम्मिलित हैं। जबकि लेंसों के संयोजन चाक्षुष सीमाबन्धन के संशोधन के लिए उपयोग किए जाते हैं। दूरबीनी साधन चॉक बोर्ड तथा कक्षा प्रदर्शनों को देखने के लिए उपलब्ध हैं।
- ❑ कुछ चाक्षुषविकृति युक्त भारतीयों को महान उपलब्धियाँ प्राप्त करने का श्रेय है। दिवाकर नामक एक प्रतिभासम्पन्न बालक ने गायक के रूप में आश्चर्यजनक प्रदर्शन दिए हैं।
- ❑ जन्म से पूर्णतया चाक्षुषविकृति युक्त श्री रविन्द्र जैन ने इलाहाबाद से अपनी संगीत प्रभाकर की उपाधि प्राप्त की। उन्होंने एक गीतकार, संगीतकार तथा गायक के रूप में अपनी श्रेष्ठता को दर्शाया है। श्री लाल आडवाणी जो स्वयं चाक्षुषविकृति युक्त हैं, ने भारत में विकलांगों के पुनर्वास तथा विशिष्ट शिक्षा के लिए एक अमेरिका की एक लेखिका एवं प्राध्यापिका हेलन ए. केलर सम्भवतः सर्वविदित तथा प्रेरक चाक्षुष विकृति युक्त महिला हैं। 18 महीने की आयु में उन्होंने दृष्टि खो दी थी। लेकिन उनके संकल्प तथा साहस के कारण वह एक विश्वविद्यालय से स्नातक की उपाधि ग्रहण कर सकीं। "स्टोरी ऑफ माई लाइफ़" (1903) सहित उन्होंने अनेक पुस्तकें लिखीं। संस्था की स्थापना की। इसके अतिरिक्त उन्होंने यूनेस्को में ब्रेल समस्याओं पर भारत का प्रतिनिधित्व किया।



हेलन ए. केलर

निष्कर्ष

प्रकाश का अध्ययन न केवल भौतिकी के मूलभूत सिद्धांतों को समझने में बल्कि विभिन्न विषयों में इसके असंख्य अनुप्रयोगों में भी महत्वपूर्ण है। परावर्तन, वह घटना जिसमें प्रकाश किसी सतह से टकराने पर अपना मार्ग बदल लेता है, प्रकाशीय उपकरणों, इंजीनियरिंग अनुप्रयोगों और यहाँ तक कि कला में भी व्यावहारिक रूप से अनुप्रयोग किया जाता है। लेंस, प्रिज्म और ऑप्टिकल फाइबर के क्रियाकलाप में अपवर्तन महत्वपूर्ण है, जो चिकित्सा इमेजिंग से लेकर दूरसंचार तक के क्षेत्रों को प्रभावित करता है। विक्षेपण, जहाँ प्रकाश अपने घटक रंगों में विभाजित हो जाता है, स्पेक्ट्रोस्कोपी, दूरसंचार और इमेजिंग प्रौद्योगिकियों में नवाचारों का आधार है। यह ज्ञान आधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधान, इंजीनियरिंग प्रयासों और तकनीकी प्रगति में महत्वपूर्ण है। विभिन्न लेंसों के गुणधर्मों सहित अवतल और उत्तल दर्पणों का अध्ययन, दूरबीनों, सूक्ष्मदर्शी और कैमरों के संचालन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **दीप्त पिंड:** सूर्य जैसे पिंड जो अपना स्वयं का प्रकाश उत्सर्जित करते हैं, **दीप्त पिंड** कहलाते हैं।
- ❖ **अपारदर्शी:** वह वस्तु जो प्रकाश को अपने आर-पार नहीं जाने देती।
- ❖ **पारदर्शी:** वह वस्तु जो प्रकाश को अपने आर-पार जाने देती है।
- ❖ **पारभासी:** वह वस्तु जो प्रकाश को आंशिक रूप से अपने आर-पार जाने देती है।
- ❖ **परावर्तन:** किसी सतह से टकराने पर प्रकाश का वापस लौटना।
- ❖ **अवतल लेंस:** लेंस जो अंदर की ओर वक्रित होता है और प्रकाश को अपसारित करता है।
- ❖ **अवतल दर्पण:** वह गोलीय दर्पण जो अंदर की ओर वक्रित होता है।
- ❖ **उत्तल लेंस:** लेंस जो बाहर की ओर वक्रित होता है तथा प्रकाश को अभिसारित करता है।
- ❖ **उत्तल दर्पण:** वह गोलीय दर्पण जो बाहर की ओर वक्रित होता है।
- ❖ **सीधा प्रतिबिंब:** प्रतिबिंब जो वस्तु के समान दिशा में होता है।
- ❖ **आवर्धित प्रतिबिंब:** वह प्रतिबिंब जो बिंब से बड़ा होता है।
- ❖ **आवर्धक लेंस:** एक उत्तल लेंस जिसका उपयोग छोटी वस्तुओं को बड़ा करके देखने के लिए किया जाता है।
- ❖ **प्रिज्म:** प्रिज्म श्वेत प्रकाश को रंगों की पट्टी में विभक्त कर देता है।
- ❖ **इंद्रधनुष:** इंद्रधनुष, वर्षा के पश्चात् आकाश में जल के सूक्ष्म कणों में दिखाई देने वाला प्राकृतिक वर्णक्रम है।
- ❖ **वास्तविक प्रतिबिंब:** प्रकाश की वास्तविक अभिसारी या अपसारी किरणों द्वारा निर्मित प्रतिबिंब, जिसे पटल पर प्रक्षेपित किया जा सकता है।
- ❖ **पश्च दृश्य दर्पण:** वाहन में लगा दर्पण जिसका उपयोग वाहन के पीछे की वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है।
- ❖ **पार्श्व दर्पण:** वाहन के किनारे लगा दर्पण जिसका उपयोग आसन्न लेन में स्थित वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है।
- ❖ **गोलीय दर्पण:** वक्रित, गोलीय पृष्ठ वाला दर्पण, जो अवतल या उत्तल हो सकता है।
- ❖ **आभासी प्रतिबिंब:** प्रकाश की आभासी किरणों द्वारा निर्मित प्रतिबिंब जो वास्तव में किसी वास्तविक बिंदु स्रोत से अभिसरित या उत्पन्न नहीं होता है।



विद्युत

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-9, कक्षा-VII के अध्याय-10, कक्षा-VIII के अध्याय-11 व 12, कक्षा-X के अध्याय-12 का सारांश शामिल है।

परिचय

वर्तमान समय में विद्युत का महत्वपूर्ण स्थान है। यह घरों, स्कूलों, अस्पतालों, उद्योगों आदि में विभिन्न उपयोगों के लिए ऊर्जा का एक नियंत्रणीय और सुविधाजनक रूप है। विद्युत, सूर्यास्त के बाद भी हमारे घरों, सड़कों, कार्यालयों, बाजारों और कारखानों को प्रकाशमान करना संभव बनाती है। एक विद्युत पावर स्टेशन हमें विद्युत प्रदान करता है जो हमें रात में कार्य करना जारी रखने में मदद करती है। इस अध्याय में हम ऐसे प्रश्नों के उत्तर जानेंगे, जैसे- विद्युत परिपथ में यह कैसे प्रवाहित होती है? विद्युत परिपथ के माध्यम से धारा को नियंत्रित या विनियमित करने वाले कारक क्या हैं? हम विद्युत धारा के रासायनिक प्रभाव, तापन प्रभाव तथा चुंबकीय प्रभाव एवं इसके अनुप्रयोगों की भी विवेचना करेंगे। अंत में हम एक विनाशकारी प्राकृतिक घटना के रूप में आकाशीय बिजली पर चर्चा करेंगे और इस घटना के कारण होने वाले विनाश को कम करने के लिए कौन से कदम उठाए जा सकते हैं, इस पर भी चर्चा करेंगे।

विद्युत के घटक

विद्युत चालक

- जो पदार्थ विद्युत धारा को स्वयं के माध्यम से प्रवाहित होने देते हैं, वे विद्युत के चालक होते हैं।
- किसी दिए गए आकार का घटक, जो कम प्रतिरोध प्रदान करता है, एक अच्छा चालक होता है।
- धातुओं अथवा मिश्र धातुओं से बनी वस्तुएँ विद्युत की चालक होती हैं। **उदाहरण:** लोहा, इस्पात, तांबा, सोना, एल्युमीनियम, पारा, पीतल आदि।
- हमारा शरीर भी विद्युत का चालक है।

विचारणीय बिंदु

आपने चालकों तथा कुचालकों के बारे में अध्ययन किया। लेकिन क्या आपने अर्द्धचालकों के बारे में सुना है? उनके गुण क्या हैं? क्या वे कोई प्रतिरोध प्रदर्शित करते हैं?

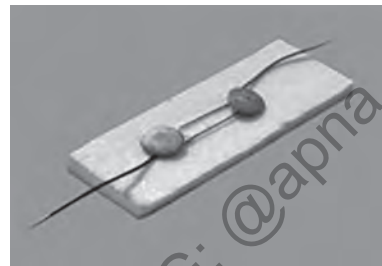


कुचालक

- जो पदार्थ विद्युत धारा को आसानी से स्वयं के माध्यम से प्रवाहित नहीं होने देते हैं, वे कुचालक या विद्युतरোধी होते हैं।
 - **उदाहरण:** रबड़, लकड़ी, प्लास्टिक, काँच, लकड़ी, वायु आदि।
- एक घटक जो उच्च प्रतिरोध प्रदान करता है वह एक खराब सुचालक (Poor Conductor) होता है।

विद्युत स्विच/ इलेक्ट्रिक स्विच

- एक स्विच एक साधारण उपकरण होता है जो या तो विद्युत परिपथ को ब्रेक या अपूर्ण करता है या विद्युत के प्रवाह को रोकने या शुरू करने के लिए इसे पूर्ण करता है।
- इसे विद्युत परिपथ में कहीं पर भी लगाया जा सकता है।
- **स्विच ऑन (Switch ON):** जब स्विच 'ऑन' स्थिति में होता है, तो बैटरी के सकारात्मक टर्मिनल से नकारात्मक टर्मिनल तक विद्युत परिपथ पूरा हो जाता है और पूरे परिपथ में तुरंत धारा प्रवाहित होती है। इस प्रकार परिपथ को तब '**बंद (Closed) परिपथ**' कहा जाता है।
- **स्विच ऑफ:** जब स्विच 'ऑफ' स्थिति में होता है, तो परिपथ अधूरा होता है। परिपथ के किसी भी भाग से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है, इस प्रकार इसे '**खुला (Open) परिपथ**' कहा जाता है।



चित्र 3.1: 'ऑन' स्थिति में एक स्विच

विद्युत सेल

- यह एक उपकरण है, जिसके अंदर रसायन होते हैं और इसे विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं।
- ये विद्युत के सामान्य स्रोत हैं और इनके दो टर्मिनल होते हैं, जिनके नाम धनात्मक और ऋणात्मक हैं।
- विद्युत सेल का उपयोग कई उपकरणों, जैसे- टार्च, रेडियो, खिलौने, अलार्म घड़ियों, कलाई घड़ी आदि में किया जाता है।

बैटरी

- बैटरी एक शृंखला में एक साथ संयुक्त रूप से दो या दो से अधिक सेलों का संयोजन है।
- सेल इस प्रकार संयोजित होते हैं कि एक सेल का धनात्मक टर्मिनल अगले सेल के ऋणात्मक टर्मिनल से संयोजित होता है।
- सेल को हमेशा एक के बाद एक नहीं रखा जाता है। कभी-कभी उन्हें एक-दूसरे के निकट भी रखा जाता है।
- कई उपकरण, जैसे- टॉर्च, ट्रांजिस्टर, खिलौने, टीवी रिमोट कंट्रोल, बैटरी का उपयोग करते हैं।



चित्र 3.2: 'ऑफ' स्थिति में एक स्विच

एमपीटर

- एमपीटर एक उपकरण है जो एक परिपथ में विद्युत प्रवाह को मापता है।
- यह हमेशा एक परिपथ में शृंखला में जुड़ा हुआ होता है जिसके माध्यम से धारा को मापा जाता है।

वोल्टमीटर

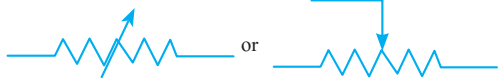
- वोल्टमीटर विभवान्तर (Potential Difference) को मापने का एक यंत्र है।
- यह हमेशा उन बिंदुओं के समानांतर जुड़ा होता है, जिनके मध्य विभवान्तर (Potential Difference) को मापा जाता है।

इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के प्रतीक

- कुछ सामान्य विद्युत घटकों को प्रतीकों द्वारा दर्शाया जा सकता है। उदाहरण के लिए विद्युत सेल के प्रतीक में लंबी रेखा धनात्मक टर्मिनल को तथा मोटी, छोटी रेखा ऋणात्मक टर्मिनल को निरूपित करती है। (तालिका 3.1 में देखें)

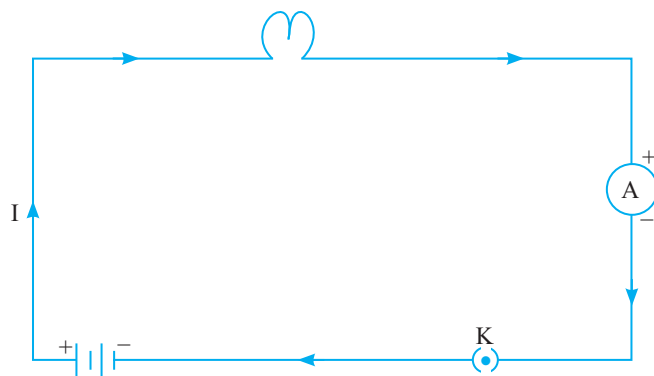
तालिका 3.1: कुछ विद्युत परिपथ घटकों के प्रतीक

क्रमांक संख्या	घटक	प्रतीक
1.	एक विद्युत सेल	
2.	बैटरी या सेलों का संयोजन	
3.	'प्लग की' या स्विच (ऑन)	
4.	'प्लग की' या स्विच (ऑफ)	
5.	एक तार का जोड़ना	
6.	बिना जुड़े तार के परिपथ में आगे जाना	
7.	विद्युत बल्ब	
8.	प्रतिरोध (R) का एक अवरोधक	

9.	परिवर्ती प्रतिरोध (Variable Resistance) या धारा नियंत्रक (Rheostat)	
10.	एमीटर (Ammeter)	
11.	वोल्टमीटर (Voltmeter)	

विद्युत धारा

- विद्युत धारा को इकाई समय में किसी विशेष क्षेत्र के माध्यम से प्रवाहित होने वाले आवेश (इलेक्ट्रॉनों) की मात्रा से व्यक्त किया जाता है। दूसरे शब्दों में, यह विद्युत आवेशों के प्रवाह की दर है।



चित्र 3.3: विद्युत परिपथ का एक योजनाबद्ध आरेख

- यह स्रोत इनवर्टर, बैटरी, जनरेटर आदि के माध्यम से हो सकता है और इसका उपयोग प्रकाश, तापन, शीतलन आदि के लिए किया जा सकता है।
- विद्युत धारा को धनात्मक आवेशों का प्रवाह तथा धनावेशों के प्रवाह की दिशा को **विद्युत धारा की दिशा** माना गया।
- पारंपरिक रूप से विद्युत परिपथ में विद्युत धारा की दिशा इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह की दिशा (ऋणात्मक आवेश) के विपरीत ग्रहण की जाती है।
- अतः यदि कोई नेट आवेश (Q) किसी चालक के अनुप्रस्थ काट के आर-पार समय (t) में प्रवाहित होता है, तो अनुप्रस्थ काट से होकर प्रवाहित होने वाली धारा (I) है:

$$I = \frac{Q}{t}$$

- विद्युत आवेश की SI इकाई कूलॉम (C) है, जो लगभग 6×10^{18} इलेक्ट्रॉनों में निहित आवेश के बराबर है।
- एक इलेक्ट्रॉन का ऋणात्मक आवेश 1.6×10^{-19} C होता है।

एक तार के अंदर आवेश का प्रवाह

ठोस के अंदर, परमाणुओं को उनके बीच बहुत कम दूरी के साथ एक साथ व्यवस्थित किया जाता है। लेकिन इलेक्ट्रॉन एक पूर्ण ठोस क्रिस्टल के माध्यम से सुचारु रूप से और आसानी से संचलन कर सकते हैं, लगभग जैसे कि वे एक निर्वात में थे। तथापि चालक में इलेक्ट्रॉनों की गति रिक्त स्थान के आवेशों की गति से बहुत भिन्न होती है। जब एक चालक के माध्यम से एक स्थिर धारा प्रवाहित होती है, तो इसमें इलेक्ट्रॉन एक निश्चित औसत 'प्रवाह वेग' (Drift Speed) के साथ संचलन करते हैं। चालक तारों में इलेक्ट्रॉनों का भौतिक प्रवाह एक बहुत धीमी प्रक्रिया है। धारा प्रवाह का उचित तंत्र, जो प्रकाश की गति के लगभग बराबर गति के साथ होता है, भौतिक विज्ञान की दृष्टि से अत्यंत आकर्षक होता है।

- विद्युत धारा को एम्पीयर (A) नामक एक इकाई द्वारा व्यक्त किया जाता है, जिसका नाम फ्रांसीसी वैज्ञानिक 'आंद्रे-मेरी एम्पीयर' (Andre-Marie Ampere) (1775- 1836) के नाम पर रखा गया है।

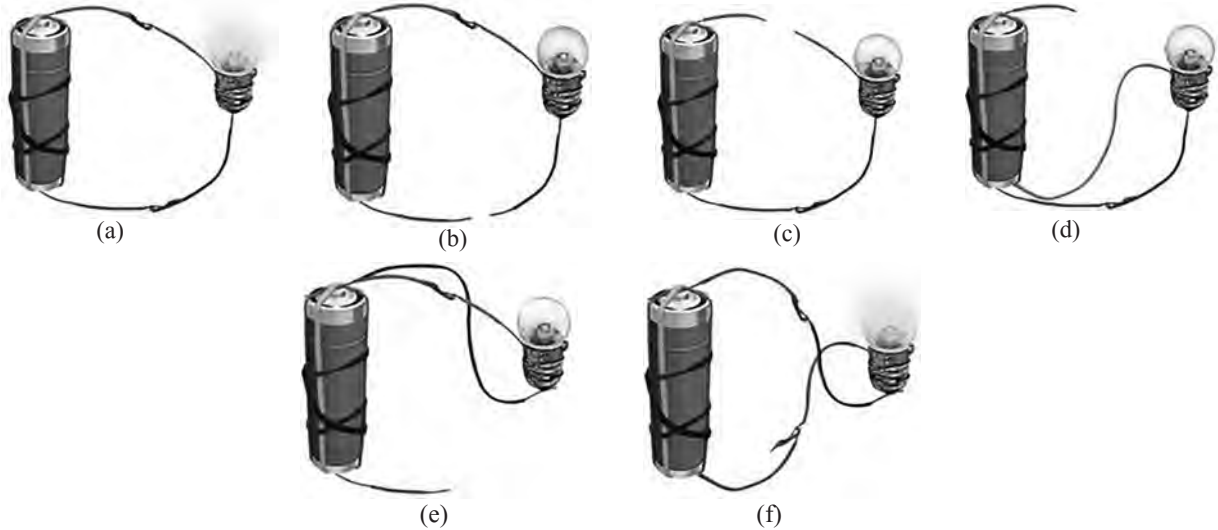
- एक एम्पीयर: यह प्रति सेकंड एक कूलॉम आवेश के प्रवाह से बनता है, अर्थात्

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

- विद्युत धारा की छोटी इकाई मिली एम्पीयर ($1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}$) अथवा माइक्रो एम्पीयर ($1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$) में व्यक्त की जाती है।

विद्युत परिपथ

- विद्युत धारा के सतत् और बंद पथ को **विद्युत परिपथ** कहा जाता है।
- विद्युत परिपथ, विद्युत सेल के एक टर्मिनल के बल्ब से होकर दूसरे टर्मिनल तक विद्युत के प्रवाहित होने का पूर्ण पथ का निर्माण होता है। 'बल्ब' केवल तभी दीप्त होता है जब परिपथ में विद्युत धारा प्रवाहित होती है।



चित्र 3.4: विद्युत सेल तथा बल्ब के विभिन्न तरीके

- कभी-कभी एक विद्युत बल्ब सेल से जुड़े होने पर भी नहीं चमकता है। यह तब हो सकता है जब बल्ब 'फ्यूज' हो गया हो।
- बल्ब के फ्यूज होने का एक कारण उसके फिलामेंट (तंतु) का टूटना है। यदि बल्ब का फिलामेंट टूट जाता है, तो विद्युत सेल के टर्मिनलों के मध्य धारा का पथ पूरा नहीं होता है और इसलिए धारा प्रवाहित नहीं हो सकती है।

परिपथ आरेख

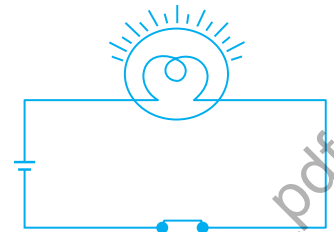
- यह एक आरेख है, जिसमें परिपथ के विभिन्न घटकों के प्रतीकों द्वारा दर्शाया जाता है।
- प्रतीकों का उपयोग करके 'परिपथ आरेख' बनाना बहुत आसान है।

विद्युत विभव एवं विभवांतर

- धात्विक तार में आवेशों के प्रवाह के लिए गुरुत्वाकर्षण की कोई भूमिका नहीं होती है; इलेक्ट्रॉन केवल तभी गति करते हैं जब विद्युत दाब का अंतर होता है, जिसे चालक के **अनुदिश विभवांतर (Potential Difference)** कहते हैं।
- विभव का यह अंतर एक बैटरी द्वारा उत्पादित किया जा सकता है, जिसमें विद्युत सेल शामिल होते हैं। एक सेल के भीतर रासायनिक क्रिया सेल के टर्मिनलों में विभवांतर उत्पन्न करती है, तब भी जब इससे कोई धारा प्रवाहित नहीं होती है। जब सेल एक चालक परिपथ घटक से जुड़ा होता है तो विभवांतर चालक में आवेश को स्थापित करता है और एक विद्युत प्रवाह उत्पन्न करता है। किसी दिए गए विद्युत परिपथ में विद्युत धारा बनाए रखने के लिए सेल को अपनी संचित रासायनिक ऊर्जा व्यय करनी पड़ती है।
- इस प्रकार किसी विद्युत परिपथ में धारा प्रवाहित करने वाले दो बिंदुओं के मध्य विद्युत विभवांतर, एक इकाई आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में किए गए कार्य के रूप में होता है।

दो बिंदुओं के मध्य विभवांतर (V) = किया गया कार्य (W)/आवेश (Q)

$$V = W/Q$$



चित्र 3.5: स्विच (ऑन) होने पर परिपथ आरेख

- विद्युत विभवांतर का SI मात्रक वोल्ट (V) है, जिसका नाम एक इतालवी भौतिक विज्ञानी एलेसेंड्रो वोल्ट (Alessandro Volta) (1745-1827 ई.) के नाम पर रखा गया है।
- एक वोल्ट:** एक वोल्ट एक धारावाही चालक में दो बिंदुओं के मध्य का विभवांतर है, जब 1 कूलॉम आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने के लिए 1 जूल कार्य किया जाता है। इसलिए,

$$1 \text{ वोल्ट} = 1 \text{ जूल} / 1 \text{ कूलॉम}$$

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$$

ओम का नियम

- वर्ष 1827 ई. में एक जर्मन भौतिक विज्ञानी जॉर्ज साइमन ओम (1787-1854 ई.) ने पाया कि विद्युत परिपथ में किसी दिए गए धातु के तार के सिरों पर विभवांतर V, उसमें प्रवाहित धारा 'I' के समानुपाती होता है, बशर्ते कि उसका तापमान समान रहे। इसे 'ओम का नियम' कहते हैं और इसे इस प्रकार समझा जा सकता है-

$$V \propto I$$

$$\text{या, } V/I = \text{स्थिरांक} = R \text{ (प्रतिरोध)}$$

$$\text{या, } V = IR$$

- प्रतिरोध (R):** यह किसी चालक का गुण होता है कि वह अपने माध्यम से आवेशों के प्रवाह का प्रतिरोध करता है। R किसी दिए गए तापमान पर दिए गए धातु के तार के लिए एक स्थिरांक है। इसकी SI इकाई ओम है, जिसे ग्रीक अक्षर Ω द्वारा दर्शाया जाता है। इस प्रकार किसी प्रतिरोध से प्रवाहित धारा उसके प्रतिरोध के व्युत्क्रमानुपाती होती है। यदि प्रतिरोध को दोगुना कर दिया जाए तो धारा आधी हो जाती है। ओम के नियम के अनुसार,

$$R = V/I$$

- एक ओम:** यदि चालक के दोनों सिरों पर विभवांतर 1 V है और इसके माध्यम से धारा 1 A है, तो चालक का प्रतिरोध (R) 1 Ω है।

$$1 \text{ ओम} = 1 \text{ वोल्ट} / 1 \text{ एम्पीयर}$$

$$\text{या, } I = V/R$$

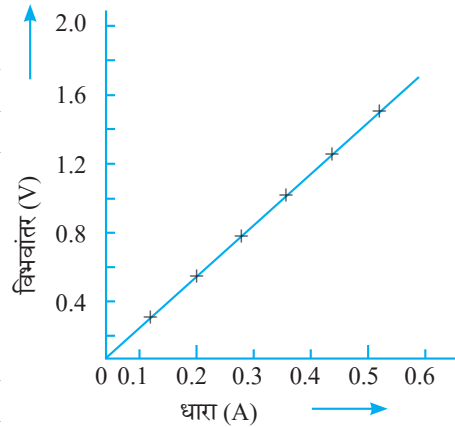
- परिवर्ती प्रतिरोध:** वोल्टेज स्रोत को बदले बिना धारा को विनियमित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले घटक को 'परिवर्ती प्रतिरोध' कहा जाता है। विद्युत परिपथ में प्रतिरोध को बदलने के लिए धारा नियंत्रक उपकरण का उपयोग किया जाता है।
- प्रतिरोधक (Resistor):** इलेक्ट्रॉन किसी चालक के अंतर्गत पूरी तरह से स्वतंत्र रूप से संचलन करने में सक्षम नहीं होते हैं। ये उन परमाणुओं के आकर्षण बल से अवरोधित होते हैं जिनके बीच वे घूर्णन करते हैं। इस प्रकार चालक के माध्यम से इलेक्ट्रॉनों की गति उसके प्रतिरोध द्वारा मंद हो जाती है। कुछ महत्वपूर्ण प्रतिरोध वाले चालक को प्रतिरोधक कहा जाता है।

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

- ओम के नियम को लागू करने पर यह स्पष्ट होता है कि चालक का प्रतिरोध निम्नलिखित पर निर्भर करता है:
 - चालक की लंबाई
 - उसकी अनुप्रस्थ-काट के क्षेत्रफल तथा
 - उसके पदार्थ की प्रकृति पर।
- एक समान धातु चालक का प्रतिरोध इसकी लंबाई (l) के सीधे आनुपातिक होता है और अनुप्रस्थ-काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$$R \propto l \text{ और}$$

$$R \propto 1/A$$



चित्र 3.6: ओम का नियम दर्शाने वाला V-I ग्राफ

विचारणीय बिंदु

विद्युत धारा का प्रतिरोध राष्ट्रीय विद्युत ग्रिड में संचरण हानि के प्रमुख कारणों में से एक है। इसके अलावा यह प्रतिरोध उपकरणों के गर्म होने और कंप्यूटिंग में दक्षता कम करने का कारण बनता है। क्या आपने अतिचालक के बारे में सुना है? क्या आप अतिचालक पर शोध की स्थिति का अवलोकन कर सकते हैं?



दोनों को मिलाकर हमें प्राप्त होता है

$$R \propto 1/A$$

या,

$$R = \rho \frac{1}{A}$$

(ρ विद्युत प्रतिरोधकता है)

- विद्युत प्रतिरोधकता (ρ): ρ (रो) आनुपातिकता स्थिरांक है और इसे चालक के पदार्थ की विद्युत प्रतिरोधकता कहा जाता है। विद्युत प्रतिरोधकता की SI इकाई $\Omega \text{ m}$ है। यह पदार्थ का एक विशिष्ट गुणधर्म है।
- धातुओं और कुछ मिश्र धातुओं की प्रतिरोधकता अत्यंत कम होती है, जिसका परिसर $10^{-8} \Omega \text{ m}$ से $10^{-6} \Omega \text{ m}$ होता है। वे विद्युत के सुचालक होते हैं। एक मिश्र धातु की प्रतिरोधकता आमतौर पर इसके घटक धातुओं की तुलना में अधिक होती है (तालिका 3.2 देखें)। मिश्र धातु उच्च तापमान पर आसानी से ऑक्सीकृत (जलती) नहीं होती है। इस कारण से उनका उपयोग आमतौर पर विद्युत हीटिंग उपकरणों, जैसे- इलेक्ट्रिक आयरन, टोस्टर आदि में किया जाता है।
- टंगस्टन का उपयोग विशेष रूप से बिजली के बल्बों के फिलामेंट के लिए किया जाता है, जबकि ताँबे और एल्युमीनियम का उपयोग आमतौर पर विद्युत संचरण लाइनों के लिए किया जाता है।
- रबर और काँच जैसे उष्मारोधी की प्रतिरोधकता 10^{12} से $10^{17} \Omega \text{ m}$ कोटि की होती है।
- किसी पदार्थ का प्रतिरोध और प्रतिरोधकता दोनों तापमान के साथ परिवर्तित करते रहते हैं।

तालिका 3.2: 20°C पर कुछ पदार्थों की विद्युत प्रतिरोधकता

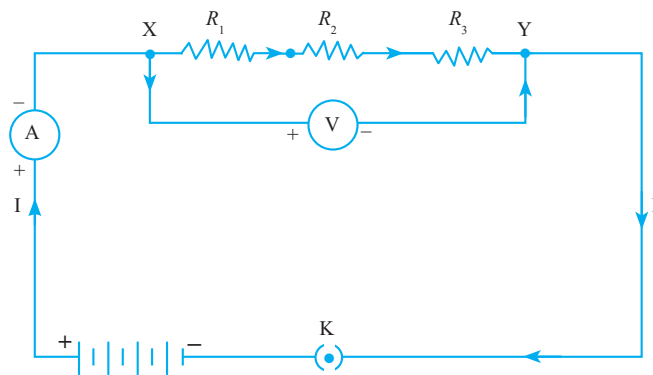
पदार्थ की विशेषता	पदार्थ	प्रतिरोधकता ($\Omega \text{ m}$)
सुचालक	सिल्वर (चाँदी)	1.60×10^{-8}
	कॉपर (ताँबा)	1.62×10^{-8}
	एल्युमीनियम	2.63×10^{-8}
	टंगस्टन	5.20×10^{-8}
	निकेल	6.84×10^{-8}
	आयरन	10.0×10^{-8}
	क्रोमियम	12.9×10^{-8}
	मरकरी	94.0×10^{-8}
	मैंगनीज	1.84×10^{-6}
मिश्र धातुएँ	कांस्टेंटन (Cu तथा Ni की मिश्र धातु)	49×10^{-6}
	मैंगनीज (Cu, Mn तथा Ni की मिश्र धातु)	44×10^{-6}
	नाइक्रोम (Ni, Cr, Mn तथा Fe की मिश्र धातु)	100×10^{-6}
विद्युतरोधी/कुचालक	काँच	$10^{10} - 10^{14}$
	कठोर रबर	$10^{13} - 10^{16}$
	एबोनाइट	$10^{15} - 10^{17}$
	हीरा	$10^{12} - 10^{13}$
	कागज (शुष्क)	10^{12}

प्रतिरोधकों के निकाय का प्रतिरोध

- ओम का नियम प्रतिरोधों के संयोजन पर लागू किया जा सकता है। प्रतिरोधों का संयोजन के दो तरीके हैं-

श्रेणीक्रम में संयोजित प्रतिरोधक

- एक विद्युत परिपथ में क्रमशः R_1 , R_2 तथा R_3 प्रतिरोधों को एक-दूसरे से जोड़कर श्रेणीक्रम में संयोजित किया जाता है।
- प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम संयोजन में परिपथ के प्रत्येक भाग में धारा एकसमान होती है या प्रत्येक प्रतिरोधक के माध्यम से समान धारा प्रवाहित होती है।



चित्र 3.7 प्रतिरोधकों का श्रेणीक्रम संयोजन

- श्रेणी में प्रतिरोधकों के संयोजन में कुल विभवांतर, प्रतिरोधकों में विभवांतर के योग के बराबर होता है।

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

- मान लीजिए कि परिपथ में प्रवाहित धारा (I) है। प्रत्येक प्रतिरोधक में प्रवाहित धारा भी (I) है।
- ओम के नियम को पूरे परिपथ पर लागू करने पर हमें प्राप्त होता है:-

$$V = I R$$

- तीनों प्रतिरोधकों पर ओम के नियम को अलग-अलग लागू करने पर हमें प्राप्त होता है-

$$V_1 = I R_1$$

$$V_2 = I R_2 \text{ और}$$

$$V_3 = I R_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I R = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

चूँकि,
इसलिए,
या

- इस प्रकार जब कई प्रतिरोधकों को श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है, तो संयोजन R_s का प्रतिरोध उनके व्यक्तिगत प्रतिरोधों, R_1 , R_2 , R_3 के योग के बराबर होता है और इस प्रकार यह किसी भी प्रतिरोध से अधिक होता है।
- **श्रेणीक्रम संयोजन की हानियाँ:** श्रेणीक्रम परिपथ में, विद्युत परिपथ में धारा स्थिर रहती है। इसलिए एक इलेक्ट्रिक बल्ब और एक इलेक्ट्रिक हीटर को श्रेणीक्रम में जोड़ना अव्यावहारिक है, क्योंकि उन्हें ठीक से कार्य करने के लिए व्यापक रूप से अलग-अलग विद्युत धाराओं की आवश्यकता होती है। श्रेणीक्रम वाले परिपथ संयोजन में एक अन्य समस्या यह है कि जब एक घटक विफल हो जाता है तो पूरा परिपथ टूट जाता है तथा कोई भी घटक कार्य नहीं करता है।

समानांतर क्रम में प्रतिरोधों का संयोजन

- जब तीन प्रतिरोधकों की व्यवस्था को बैटरी के साथ समानांतर श्रेणी में जोड़ा जाता है, तो यह देखा जाता है कि कुल धारा I , संयोजन की प्रत्येक शाखा के माध्यम से अलग-अलग धाराओं के योग के बराबर होती है।

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

- मान लीजिए कि R_p प्रतिरोधकों के समानांतर संयोजन का समतुल्य प्रतिरोध है।
- प्रतिरोधकों के समानांतर संयोजन पर ओम का नियम लागू करने पर हमें प्राप्त होता है-

$$I = V/R_p$$

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

$$I_1 = V/R_1$$

और

इस प्रकार

इसलिए,

या

$$I_2 = V/R_2$$

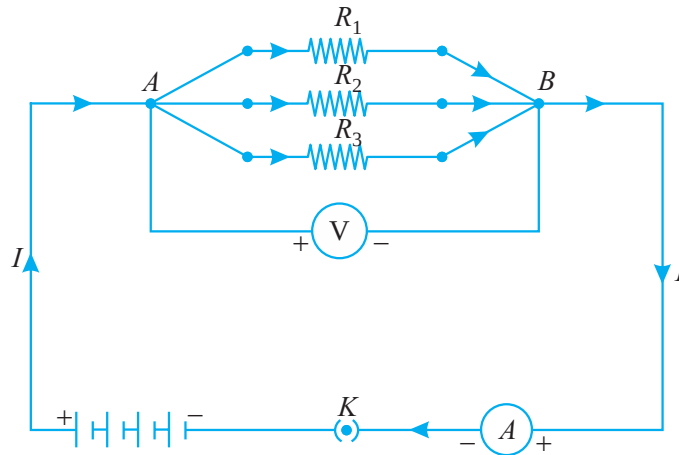
$$I_3 = V/R_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

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

$$1/R_p = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

- इस प्रकार समानांतर श्रेणी में जुड़े प्रतिरोधों के समूह के समतुल्य प्रतिरोध का व्युत्क्रम व्यक्तिगत प्रतिरोधों के व्युत्क्रम के योग के बराबर होता है।



चित्र 3.8: समानांतर क्रम में संयोजित प्रतिरोधक

- **समानांतर क्रम संयोजन के लाभ:** एक समानांतर परिपथ विद्युत उपकरण के माध्यम से धारा को विभाजित करता है। एक समानांतर परिपथ में कुल प्रतिरोध कम हो जाता है। यह विशेष रूप से तब मददगार साबित होता है जब प्रत्येक उपकरण का अलग-अलग प्रतिरोध होता है और ठीक से कार्य करने के लिए अलग-अलग धारा की आवश्यकता होती है।

विद्युत शक्ति

- कार्य करने की दर शक्ति है। यह ऊर्जा की खपत की दर भी है।
□ शक्ति P निम्न प्रकार से दर्शायी जाती है,

$$P = VI$$

या

$$P = I^2R = V^2/R$$

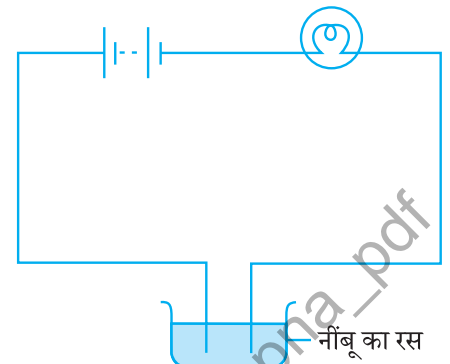
- विद्युत शक्ति का SI मात्रक वाट (W) है।
□ एक वाट वह शक्ति है जो एक उपकरण द्वारा खर्च की जाती है जो 1V के विभवांतर पर संचालित होने पर 1 A धारा वहन करती है।

इस प्रकार

$$1 \text{ W} = 1 \text{ वोल्ट} \times 1 \text{ एम्पीयर} = 1 \text{ V A}$$

- 'वाट' इकाई का उपयोग बहुत कम किया जाता है। सामान्यतः हम वाट के स्थान पर 'किलोवाट' (= 1000 वाट) का उपयोग करते हैं।
□ चूँकि विद्युत ऊर्जा, शक्ति और समय का गुणनफल है, इसलिए विद्युत ऊर्जा की इकाई वाट घंटा (W h) है।
□ एक वाट घंटा वह ऊर्जा है जो 1 घंटे के लिए 1 वाट विद्युत का उपयोग करने पर खर्च होती है।
□ विद्युत ऊर्जा की वाणिज्यिक इकाई किलोवाट घंटा (kW h) है, जिसे आमतौर पर 'इकाई' के रूप में जाना जाता है।

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



चित्र 3.9: विद्युत चालन का परीक्षण

द्रवों में विद्युत का चालन

- कुछ द्रव विद्युत के अच्छे चालक होते हैं और कुछ खराब चालक होते हैं। कुछ स्थितियों में अधिकांश पदार्थ विद्युत का संचालन कर सकते हैं।
- उदाहरण के लिए** टेस्टर के सिरों को नींबू के रस या सिरके में डुबोने पर टेस्टर के दोनों सिरों के बीच का द्रव विद्युत धारा को प्रवाहित करता है, जिससे टेस्टर का परिपथ पूरा हो जाता है। परिपथ में धारा प्रवाहित होती है और बल्ब जलता है। जब द्रव से विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती, तो टेस्टर का परिपथ पूरा नहीं होता है और बल्ब नहीं जलता है। कुछ स्थितियों में भले ही द्रव से विद्युत का संचालन होता हो, लेकिन बल्ब नहीं जल सकता है। परिणामस्वरूप टेस्टर का परिपथ पूरा हो सकता है और फिर भी इसके माध्यम से प्रवाहित धारा बल्ब को जलाने के लिए बहुत क्षीण हो सकती है।
- नल, हैंडपंप, कुएं और तालाब जैसे स्रोतों का जल शुद्ध नहीं है। इसमें घुले हुए कई लवण हो सकते हैं। अतः यह जल विद्युत का सुचालक है। दूसरी ओर, आसुत जल में लवण नहीं होते हैं और एक कुचालक होता है, लेकिन जब आसुत जल घोला जाता है, तो यह विद्युत का चालक बन जाता है।
- अधिकांश तरल पदार्थ जो विद्युत का संचालन करते हैं वे अम्ल, क्षार और लवण के घोल होते हैं।

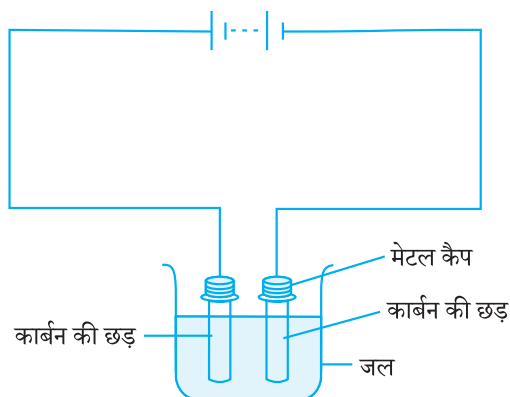
क्या आप जानते हैं?

जल में प्राकृतिक रूप से मौजूद खनिज लवणों की थोड़ी मात्रा मानव स्वास्थ्य के लिए लाभकारी होती है। हालाँकि ये लवण जल को सुचालक बनाते हैं। इसलिए हमें कभी भी गीले हाथों से या गीले फर्श पर खड़े होकर बिजली के उपकरणों को नहीं छूना चाहिए।

1800 में एक ब्रिटिश रसायनज्ञ, **विलियम निकोलसन (1753-1815)** ने दर्शाया था कि यदि इलेक्ट्रोड को जल में डुबोया जाए और धारा प्रवाहित की जाए, तो ऑक्सीजन और हाइड्रोजन के बुलबुले बनते हैं। बैटरी के पॉजिटिव या धनात्मक टर्मिनल से जुड़े इलेक्ट्रोड पर ऑक्सीजन के बुलबुले बनते हैं और दूसरे इलेक्ट्रोड पर हाइड्रोजन के बुलबुले बनते हैं।

विद्युत प्रवाह के रासायनिक प्रभाव

- किसी चालक विलयन से विद्युत धारा के गुजरने पर रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं। परिणामी प्रभावों को विद्युत धारा का रासायनिक प्रभाव कहा जाता है।
- उदाहरण:** दो कार्बन की छड़ें/लोहे की कीलें (इलेक्ट्रोड), तांबे के तारों से लिपटी हुई, बैटरी से जुड़ी हुई और लवणीय जल में डूबी हुई, विद्युत धारा के कुछ रासायनिक प्रभाव को दर्शाती हैं, जैसे- इलेक्ट्रोड पर गैस के बुलबुलों का बनना, इलेक्ट्रोड पर धातु का जमाव दिखाई देना या विलयन के रंग में परिवर्तन होना। अभिक्रिया इस बात पर निर्भर करेगी कि किस विलयन और इलेक्ट्रोड का उपयोग किया गया है।



चित्र 3.10: जल में विद्युत धारा प्रवाहित होना

विद्युत लेपन

- विद्युत के माध्यम से किसी भी धातु की परत को किसी अन्य पदार्थ पर जमा करने या चढ़ाने की प्रक्रिया को **विद्युत लेपन (Electroplating)** कहा जाता है। यह विद्युत धारा के रासायनिक प्रभावों के सर्वाधिक सामान्य अनुप्रयोगों में से एक है।
 - उदाहरण:** जब कॉपर सल्फेट के घोल से विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है, तो कॉपर सल्फेट, कॉपर और सल्फेट में विघटित हो जाता है। मुक्त कॉपर बैटरी के नेगेटिव टर्मिनल से जुड़े इलेक्ट्रोड की ओर आकर्षित होता है और उस पर जमा हो जाता है। दूसरे इलेक्ट्रोड, कॉपर प्लेट से, कॉपर की समान मात्रा घोल में घुल जाती है। इस प्रकार घोल से कॉपर की क्षति हो जाती है और प्रक्रिया निरंतर बनी रहती है। इसका अर्थ है कि कॉपर एक इलेक्ट्रोड से दूसरे इलेक्ट्रोड में स्थानांतरित हो जाता है।
- विद्युत लेपन का प्रयोग उद्योग में धातु की वस्तुओं पर किसी दूसरी धातु की पतली परत चढ़ाने के लिए व्यापक रूप से किया जाता है।
 - उदाहरण:** कई वस्तुओं जैसे कार के पुर्जे, नहाने वाले नल, रसोई के गैस बर्नर, साइकिल के हैंडलबार, व्हील रिम और कई अन्य पर क्रोमियम की परत लेपित की जाती है।
- क्रोमियम दिखने में चमकदार होता है और इसपर जंग नहीं लगता। यह खरोंचों को रोकता है। हालाँकि क्रोमियम महंगा है और पूरी वस्तु को क्रोमियम से बनाना वहनीय नहीं हो सकता है। इसलिए वस्तु को सस्ती धातु से बनाया जाता है और उस पर केवल क्रोमियम की एक परत चढ़ाई जाती है।
- आभूषण निर्माता कम महंगी धातुओं पर चांदी और सोने की विद्युत लेपन करते हैं। ये आभूषण चांदी या सोने जैसे दिखते हैं लेकिन अधिक महंगे नहीं होते हैं।
- टिन के डिब्बे, जिनका उपयोग खाद्य भण्डारण करने के लिए किया जाता है, लोहे पर टिन की विद्युत लेपन करके बनाए जाते हैं। टिन लोहे की तुलना में कम प्रतिक्रियाशील होता है। इस प्रकार भोजन लोहे के संपर्क में नहीं आता है और खराब नहीं होता है।
- लोहे का प्रयोग पुलों और ऑटोमोबाइल में मजबूती प्रदान करने के लिए किया जाता है। हालाँकि लोहे में जंग लगने और खराब होने का डर रहता है। इसलिए लोहे को संक्षारण और जंग लगने से बचाने के लिए उस पर जिंक की एक परत चढ़ाई जाती है।

नोट: विद्युत लेपन कारखानों में इस्तेमाल किए गए 'कंडक्टिंग सॉल्यूशन' का निपटान एक चुनौती है। यह प्रदूषणकारी अपशिष्ट है और पर्यावरण की सुरक्षा हेतु इसके निपटान के लिए विशेष दिशा-निर्देश दिए गए हैं।

विद्युत धारा का तापीय प्रभाव

- विद्युत उपकरण/तार में विद्युत धारा प्रवाहित होने से ऊष्मा उत्पन्न होती है। यह विद्युत धारा का तापन प्रभाव है। खाना पकाने के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला इलेक्ट्रिक हीटर, इलेक्ट्रिक आयरन, इलेक्ट्रिक बल्ब या रूम हीटर कुछ ऐसे उपकरण हैं जो विद्युत धारा प्रवाहित होने पर तापन प्रभाव को दर्शाते हैं।

क्या आप जानते हैं?

तापदीप्त विद्युत बल्बों का उपयोग प्रकाश के लिए किया जाता है, लेकिन खर्च की गई विद्युत का एक हिस्सा ऊष्मा उत्पन्न करने में खर्च हो जाता है। हालाँकि यह जरूरी नहीं है क्योंकि इससे विद्युत की बर्बादी होती है। फ्लोरोसेंट ट्यूब-लाइट और कॉम्पैक्ट फ्लोरोसेंट लैंप (CFL) प्रकाश के स्रोत हैं। फ्लोरोसेंट ट्यूब और CFL में पारा की वाष्प होती है जो प्रकृति में विषाक्त होता है। इसलिए क्षतिग्रस्त फ्लोरोसेंट ट्यूब या CFL के सुरक्षित रूप से निपटान की आवश्यकता होती है।

- शॉर्ट सर्किट:** जब तारों पर लगा कुचालक पदार्थ घिसने और फटने के कारण उतर जाता है, तो तारों के सीधे संपर्क में आने से विद्युत परिपथ में अत्यधिक करंट उत्पन्न होता है। यह स्थिति शॉर्ट सर्किट का कारण बनती है।
- ओवरलोड:** एक ही सॉकेट से कई डिवाइस का कनेक्शन अत्यधिक करंट का कारण हो सकता है। इससे सर्किट में ओवरलोड हो सकता है।
- यदि प्रतिरोध R के प्रतिरोधक से धारा प्रवाहित हो रही है तथा इसके सिरों के बीच विभवांतर V है; t वह समय है जिसके दौरान आवेश Q इसके सिरों के बीच प्रवाहित होता है तथा आवेश Q को विभवांतर V से गुजरने में किया गया कार्य VQ है। तब स्रोत द्वारा परिपथ में प्रवेशित की गई ऊर्जा है-

$$P = V \frac{Q}{t} = VI$$

या स्रोत द्वारा समय t में परिपथ को दी गई ऊर्जा $P \times t$ है, अर्थात्, $V \times I \times t$

यह ऊर्जा प्रतिरोधक में ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाती है। इस प्रकार एक स्थिर धारा I के लिए समय t में उत्पादित ऊष्मा की मात्रा H है-

$$H = VI t$$

ओम के नियम को लागू करने से हमें प्राप्त होता है-

$$H = I^2 R t$$

इसे जूल के तापन/उष्मन के नियम के रूप में जाना जाता है।

- जूल का तापन नियम:** इस नियम का तात्पर्य है कि प्रतिरोधक में उत्पन्न ऊष्मा-

- किसी दिए गए प्रतिरोध के लिए धारा के वर्ग के समानुपातिक होती है।
- किसी दी गई विद्युत धारा के लिए प्रतिरोध के समानुपातिक होती है और
- उस समय के समानुपातिक होती है जिसके लिए धारा प्रतिरोधक से होकर बहती है।

फिलामेंट (तंतु)

- प्रकाश उत्पन्न करने वाला पतला सुचालक तार बल्ब का फिलामेंट कहलाता है।
- जब इसमें से विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो फिलामेंट इतना अधिक गर्म हो जाता है कि वह चमकने लगता है।
- यदि किसी तार से बहुत अधिक धारा प्रवाहित होती है तो तार इतना गर्म हो सकता है कि वह पिघलकर टूट भी सकता है।
- जब बल्ब फ्यूज हो जाता है तो उसका फिलामेंट टूट जाता है।

एलिमेंट

- सभी विद्युत तापन उपकरणों में तार की एक कुंडली होती है जिसे एलिमेंट कहा जाता है। विद्युत उपकरण, जैसे कि इमर्शन हीटर, हॉटप्लेट, आयरन, गीजर, इलेक्ट्रिक केटल, हेयर ड्रायर, के अंदर एलिमेंट होते हैं। जब इन उपकरणों को विद्युत की आपूर्ति की जाती है, तो उनके एलिमेंट लाल हो जाते हैं और ऊष्मा उत्पन्न करते हैं।
- किसी तार में उत्पन्न होने वाली ऊष्मा की मात्रा उसके पदार्थ, लंबाई और मोटाई पर निर्भर करती है। इसलिए, अलग-अलग आवश्यकताओं के लिए, अलग-अलग पदार्थों, लंबाई और मोटाई के तारों का उपयोग किया जाता है।

ISI चिह्न

भारतीय मानक ब्यूरो, नई दिल्ली उत्पादों पर एक मानक चिह्न प्रदान करता है, जिसे ISI चिह्न कहा जाता है जो उत्पादों पर दिए गए दिशा-निर्देशों के अनुरूप होने की गारंटी प्रदान करता है। वास्तव में कोई भी विद्युत उपकरण खरीदने से पहले इस चिह्न को अवश्य देखें। ISI चिह्न यह सुनिश्चित करता है कि उपकरण सुरक्षित है और ऊर्जा की बर्बादी न्यूनतम है। ऐसे विद्युत उपकरणों और गैजेट का उपयोग करने की सलाह दी जाती है, जो ऊर्जा दक्ष हों।

विद्युत धारा के तापीय प्रभाव के व्यावहारिक अनुप्रयोग

- ❑ चालक में ऊष्मा का उत्पादन विद्युत प्रवाह का एक अपरिहार्य परिणाम है, लेकिन कई मामलों में यह अवांछनीय है क्योंकि यह उपयोगी विद्युत ऊर्जा को ऊष्मा में परिवर्तित करता है।
- ❑ विद्युत परिपथों में अपरिहार्य तापन घटकों के तापमान को बढ़ा सकता है और उनके गुणों को बदल सकता है। हालाँकि विद्युत प्रवाह के तापन प्रभाव के कई उपयोगी अनुप्रयोग हैं।
- ❑ इलेक्ट्रिक लॉन्ड्री आयरन, इलेक्ट्रिक टोस्टर, इलेक्ट्रिक ओवन, इलेक्ट्रिक केतली और इलेक्ट्रिक हीटर जूल के तापन पर आधारित कुछ संबंधित उपकरण हैं।



(a)



(b)

चित्र 3.11: (a) भवनों में प्रयुक्त फ्यूज और (b) विद्युत उपकरणों में प्रयुक्त फ्यूज

- ❑ विद्युत ताप का उपयोग प्रकाश उत्पन्न करने के लिए भी किया जाता है, जैसे कि विद्युत बल्ब में। यहाँ, फिलामेंट को जितना संभव हो सके उतनी अधिक ऊष्मा को बनाए रखना चाहिए, ताकि यह पिघले बिना बहुत गर्म हो सके और प्रकाश उत्सर्जित करे। टंगस्टन (गलनांक बिंदु 3380 डिग्री सेल्सियस) जैसी उच्च गलनांक वाली एक मजबूत धातु का उपयोग बल्ब के फिलामेंट बनाने के लिए किया जाता है।
 - फिलामेंट को इन्सुलेटिंग सपोर्ट आदि का उपयोग करके जितना संभव हो सके तापीय रूप से अलग किया जाना चाहिए।
 - फिलामेंट की जीवन अवधि को लंबा बनाने के लिए बल्बों को आमतौर पर रासायनिक रूप से निष्क्रिय नाइट्रोजन और आर्गन गैसों से भरा जाता है।
 - फिलामेंट द्वारा खपत की जाने वाली अधिकांश विद्युत् ऊष्मा के रूप में दिखाई देती है, लेकिन इसका एक छोटा हिस्सा प्रकाश विकिरण के रूप में होता है।
- ❑ जूल के ताप का एक अन्य अनुप्रयोग विद्युत परिपथों में उपयोग किया जाने वाला फ्यूज है।

फ्यूज

- ❑ यह एक सुरक्षा उपकरण है जो किसी भी अत्यधिक उच्च विद्युत धारा के प्रवाह को रोककर सर्किट और उपकरणों की सुरक्षा करता है और बिजली से लगने वाली आग की घटना को रोकता है। फ्यूज को डिवाइस के साथ श्रृंखला में रखा जाता है। इसमें उपयुक्त गलनांक वाली धातु या मिश्र धातु से बना तार का एक टुकड़ा होता है, उदाहरण के लिए एल्युमीनियम, तांबा, लोहा, सीसा आदि।
- ❑ इलेक्ट्रिक फ्यूज बनाने के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले तार कुछ विशेष सामग्रियों से बने होते हैं जो जल्दी पिघल जाते हैं और जब उनमें से अधिक मात्रा में विद्युत धारा प्रवाहित होती है तो टूट जाते हैं।
- ❑ फ्यूज वायर को आमतौर पर धातु के सिरों के साथ चीनी मिट्टी या इसी तरह की सामग्री में रखा जाता है।
- ❑ घरेलू उद्देश्यों के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले फ्यूज को 1 A, 2 A, 3 A, 5 A, 10 A आदि के रूप में रेटिंग प्रदान की जाती है।
- ❑ सभी इमारतों में सभी विद्युतीय सर्किट में फ्यूज लगाए जाते हैं।

**चित्र 3.12:** मिनिचर सर्किट ब्रेकर (MCB)

- साथ ही धारा की एक अधिकतम सीमा होती है जो परिपथ से सुरक्षित रूप से प्रवाहित हो सकती है। अगर गलती से धारा इस सुरक्षित सीमा से अधिक हो जाता है, तो तार अत्यधिक गरम हो सकते हैं और आग लग सकती है। अगर परिपथ में उचित फ्यूज है, तो यह उड़ जाएगा और परिपथ टूट जाएगा।
- अलग-अलग तरह के फ्यूज अलग-अलग कार्यों के लिए इस्तेमाल किए जाते हैं। हमेशा विशेष कार्यों के लिए विशेष फ्यूज का इस्तेमाल करना चाहिए और उन पर ISI मार्क होना चाहिए।
- फ्यूज का एक नकारात्मक पक्ष यह है कि फ्यूज का फिलामेंट टूट जाने पर उसे बदलना पड़ता है। यह एक समय लेने वाली प्रक्रिया है। मिनिएचर सर्किट ब्रेकर (MCB) से इस चुनौती को दूर किया जा सकता है।
- इन दिनों फ्यूज की जगह मिनिएचर सर्किट ब्रेकर (MCB) का इस्तेमाल किया जा रहा है। ये स्विच होते हैं जो परिपथ में धारा के सुरक्षित सीमा से ज्यादा होने पर अपने आप बंद हो जाते हैं। अगर इन्हें चालू कर दिया जाए तो परिपथ फिर से पूरा हो जाता है।

प्रकाश उत्सर्जक डायोड (LED)

LED बल्ब विद्युत की खपत में अत्यधिक कुशल होते हैं और इसलिए इन्हें प्राथमिकता दी जाती है। एक निश्चित तीव्रता का प्रकाश उत्पन्न करने के लिए LED बल्ब कम विद्युत की खपत करते हैं और तापदीप्त बल्बों या फ्लोरोसेंट ट्यूबों या CFL की तुलना में इनका जीवनकाल अधिक होता है। LED तब भी चमकती है जब उसमें से कम विद्युत धारा प्रवाहित होती है। LED से दो तार (जिन्हें लीड कहा जाता है) जुड़े होते हैं। एक लीड दूसरे से थोड़ी लंबी होती है। परिपथ से जोड़ते समय लंबी लीड हमेशा बैटरी के धनात्मक टर्मिनल से जुड़ी होती है और छोटी लीड बैटरी के ऋणात्मक टर्मिनल से जुड़ी होती है। LED कई रंगों में उपलब्ध हैं जैसे लाल, हरा, पीला, नीला, सफेद। इनके कई अनुप्रयोग हैं, **उदाहरण के लिए** ट्रैफिक सिग्नल लाइट में इनका प्रयोग किया जाता है। एक साथ समूहीकृत सफेद LED का समूह एक LED प्रकाश स्रोत का निर्माण करता है। लेकिन LED प्रकाश स्रोत महंगे हैं, इसलिए CFL वर्तमान में सबसे अच्छा विकल्प हैं। एक बार जब तकनीकी प्रगति LED की लागत कम कर देगी, तो वे पसंदीदा प्रकाश स्रोत बन जाएंगे।

विद्युत धारा का चुंबकीय प्रभाव

- यदि विद्युत धारा किसी तार से होकर गुजरती है, तो धारा के प्रवाह वाला तार चुंबक की तरह व्यवहार करता है।
- हंस क्रिश्चियन ओर्स्टेड (1777-1851 ई.) पहले व्यक्ति थे जिन्होंने देखा कि जब भी तार से होकर विद्युत धारा प्रवाहित की जाती थी, तो उसके पास रखी कम्पास सुई अपनी सामान्य उत्तर-दक्षिण स्थिति से विक्षेपित हो जाती थी।

क्या आप जानते हैं?

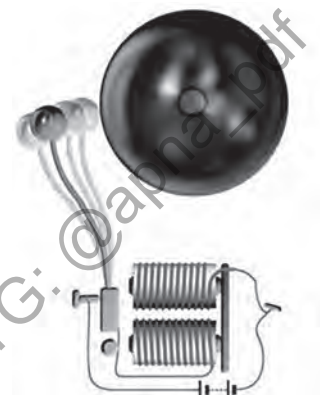
विद्युत बल्ब के आविष्कार का श्रेय थॉमस अल्वा एडिसन (1847-1931 ई.) को दिया जाता है, हालाँकि उनसे पहले भी कई लोगों ने इस पर कार्य किया था। वह एक असाधारण व्यक्ति थे। उन्होंने विद्युत बल्ब, ग्रामोफोन, मोशन पिक्चर कैमरा और कार्बन ट्रांसमीटर सहित लगभग 1300 आविष्कार किए, जिससे टेलीफोन का आविष्कार संभव हुआ।

विद्युत चुंबक

- यह विद्युत धारा प्रवाहित करके बनाया गया एक चुंबक है।
- विद्युत चुंबक में लोहे के एक टुकड़े के चारों ओर लपेटे गए इन्सुलेटेड तार की एक कुंडली होती है जो केवल तभी चुंबकित होती है जब कुंडली के माध्यम से विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है।
- विद्युत चुंबक का चुंबकत्व तब तक बना रहता है जब तक कुंडली में धारा प्रवाहित होती रहती है।
- **उपयोग**
 - विद्युत चुंबकों को अत्यधिक मजबूत बनाया जा सकता है और ये अत्यधिक भार उठा सकते हैं।
 - विद्युत चुंबकों का उपयोग चुंबकीय पदार्थ को अपशिष्ट से अलग करने के लिए भी किया जाता है।
 - डॉक्टर आँख में गलती से गिरे चुंबकीय पदार्थ के छोटे-छोटे टुकड़ों को निकालने के लिए छोटे विद्युत चुंबकों का उपयोग करते हैं।

विद्युत घंटी

- विद्युत घंटी में लोहे के टुकड़े पर लपेटे गए तार की एक कुंडली होती है। कुंडली विद्युत चुंबक की तरह कार्य करती है।
- **कार्यविधि:** एक लोहे की पट्टी जिसके एक सिरे पर हथौड़ा लगा होता है, विद्युत चुंबक के पास रखी जाती है। लोहे की पट्टी के पास एक संपर्क पेंच/कान्टैक्ट स्क्रू होता है। जब लोहे की पट्टी पेंच या स्क्रू के संपर्क में होती है, तो कुंडली से धारा प्रवाहित होती है जो विद्युत चुंबक में



चित्र 3.13: विद्युत घंटी का परिपथ

परिवर्तित हो जाता है। फिर यह लोहे की पट्टी को आकर्षित करता है और हथौड़ा घंटी पर प्रहार करता है जिससे ध्वनि उत्पन्न होती है। हालाँकि जब विद्युत चुंबक लोहे की पट्टी को अपनी ओर खींचता है, तो यह सर्किट को भी तोड़ देता है और कुंडली से धारा प्रवाहित होनी बंद हो जाती है।

- ❑ लोहे की पट्टी अपनी मूल स्थिति में पुनः लौट आती है और फिर से संपर्क पेंच/कान्टैक्ट स्कू को छूती है। इससे परिपथ पूरा हो जाता है। कुंडली में धारा प्रवाहित होती है और हथौड़ा फिर से घंटे पर प्रहार करता है। यह प्रक्रिया बार-बार दोहराई जाती है।

निष्कर्ष

- ❑ पदार्थ विद्युत प्रवाह को स्वयं से प्रवाहित होने देते हैं और कुछ धारा के प्रवाह का प्रतिरोध करते हैं। विभिन्न विद्युत घटकों को इस तरह से व्यवस्थित किया जाता है कि वे विद्युत का संचालन करने के लिए एक बंद परिपथ निर्मित कर सकें। इन विद्युत घटकों को परिपथ आरेखों में उनके प्रतीकों द्वारा दर्शाया जा सकता है। हालाँकि इलेक्ट्रॉन पूरी तरह से चालक के अंदर गति करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते हैं और इसके प्रतिरोध से मंद हो जाते हैं। जब विद्युत धारा चालक से होकर गुजरती है तो यह तापीय प्रभाव, चुंबकीय प्रभाव आदि दिखाती है। विद्युत केवल हमारे घरेलू उपकरणों तक ही सीमित नहीं है। वास्तव में कुछ प्राकृतिक घटनाएँ हमारे आस-पास भी दिखाई देती हैं।

महत्वपूर्ण शब्दावलि

- ❖ **स्विच:** स्विच एक सरल उपकरण है जिसका उपयोग विद्युत परिपथ को भंग करने या उसे पूरा करने के लिए किया जाता है।
- ❖ **चालक:** वे पदार्थ जो विद्युत धारा को स्वयं से गुजरने देते हैं, उन्हें चालक कहते हैं।
- ❖ **कुचालक:** वे पदार्थ जिनसे होकर विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती है, उन्हें कुचालक कहते हैं।
- ❖ **विद्युत धारा:** किसी चालक से गुजरने वाले इलेक्ट्रॉनों की धारा विद्युत संख्या का निर्माण करती है। परंपरागत रूप से, धारा की दिशा इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह की दिशा के विपरीत होती है।
- ❖ **प्रतिरोध:** प्रतिरोध एक ऐसा गुणधर्म है जो चालक में इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह का प्रतिरोध करता है। यह धारा के परिमाण को नियंत्रित करता है। प्रतिरोध की SI इकाई ओम (Ω) है।
- ❖ **ओम का नियम:** किसी प्रतिरोधक के सिरों पर विभवांतर उसमें से प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है, बशर्ते उसका तापमान समान रहे।
- ❖ **एक वाट:** शक्ति की इकाई वाट (W) है। 1 V के विभवांतर पर 1 A धारा प्रवाहित होने पर एक वाट विद्युत की खपत होती है।
- ❖ **विद्युत लेपन (इलेक्ट्रोप्लेटिंग):** किसी भी वांछित धातु की परत को किसी अन्य पदार्थ पर विद्युत के माध्यम से जमा/एकत्र/लेपित करने की प्रक्रिया को विद्युत लेपन कहते हैं।
- ❖ **विद्युत चुंबक (इलेक्ट्रोमैग्नेट):** लोहे के टुकड़े के चारों ओर लपेटे गए इंसुलेटेड तार की धारा ले जाने वाली कुंडली को 'विद्युत चुंबक' कहते हैं।
- ❖ **स्थैतिक आवेश:** घर्षण से उत्पन्न विद्युत आवेश को स्थैतिक आवेश कहते हैं।
- ❖ **अर्थिंग:** आवेशित वस्तु से पृथ्वी में आवेश के स्थानांतरण की प्रक्रिया को 'अर्थिंग' कहते हैं।



चुंबकत्व

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-10 तथा कक्षा-X के अध्याय-12 का सारांश शामिल है।

परिचय

चुंबकत्व एक प्राकृतिक घटना, जिसने प्राचीन काल से ही मानव जाति को आकर्षित किया है, यह कई आधुनिक तकनीकों और अनुप्रयोगों का एक महत्वपूर्ण तत्त्व है। इस अध्याय में चुंबकों की रहस्यमय दुनिया, उनकी खोज और उनके विविध उपयोगों के बारे में गहराई से चर्चा की गई है। इस अध्याय में विद्युत धारा पर चुंबकीय प्रभावों के मूल सिद्धांतों से लेकर चिकित्सा और रोजमर्रा की जिंदगी में इसके अनुप्रयोग को प्रस्तुत किया गया है।

दैनिक जीवन में चुंबक के अनुप्रयोग

- ❑ लोहे को कबाड़ से अलग करने के लिए क्रेन में चुंबक का उपयोग किया जाता है।
- ❑ रेफ्रिजरेटर या पिन होल्डर पर स्टिकर जैसी कई रोजमर्रा की वस्तुओं में चुंबक का उपयोग किया जाता है। ये वस्तुएँ अक्सर अपने चुंबक को छिपाती हैं, जिससे ये धातु को चिपकाने या आकर्षित करने की अपनी क्षमता में 'जादुई' प्रतीत होती हैं। इस प्रकार चुंबक का उपयोग विभिन्न रूप में किया जाता है।



चित्र 4.1 : कचरे से लोहे के टुकड़े उठाना



चित्र 4.2 : कुछ सामान्य वस्तुएँ जिनके अंदर चुंबक होते हैं

चुंबक की खोज

- ❑ मान्यता के अनुसार, प्राचीन ग्रीस में मैग्नेस नामक एक चरवाहे ने चुंबक की खोज की थी। लोहे की नॉक वाली उसकी छड़ी एक चट्टान की ओर आकर्षित हुई, जो मैग्नेटाइट नामक एक प्राकृतिक चुंबक था। इसका नाम संभवतः चरवाहे या मैग्नेशिया नामक स्थान से प्रेरित प्रतीत होता है।
- ❑ ऐसी चट्टानें, जो लोहे को आकर्षित करती थीं, बाद में चुंबक कहलाने लगीं। समय के साथ मानव जाति को एहसास हुआ कि वे अपने खुद के चुंबक बना सकते हैं, इस प्रकार **कृत्रिम चुंबकों** का विकास हुआ।
- ❑ आज कृत्रिम चुंबक विभिन्न आकारों में आते हैं जैसे **छड़ चुंबक, घोड़े की नाल के आकार के चुंबक और बेलनाकार चुंबक** आदि।



चित्र 4.3: पहाड़ी पर एक प्राकृतिक चुंबक



चित्र 4.4: विभिन्न आकृतियों के चुंबक

चुंबकीय क्रियाकलाप

- ❑ प्रयोग के माध्यम से चुंबकों की अदृश्य शक्ति को प्रदर्शित किया जा सकता है।
- ❑ एक कप के अंदर चुंबक रखकर और कप के पास एक छोटे धागे पर लोहे की क्लिप लटकाकर, कप के अंदर अदृश्य चुंबक क्लिप को आकर्षित कर सकता है, जिससे ऐसा प्रतीत होता है कि क्लिप किसी अदृश्य शक्ति द्वारा वायु में तैर रही है।



चित्र 4.5: चुंबक का प्रभाव- वायु में लटकी हुई एक कागज की क्लिप

चुंबकीय और अचुंबकीय पदार्थ

- मैग्नेस के माध्यम से कोई भी व्यक्ति अपने आस-पास की वस्तुओं की चुंबकीय प्रकृति का पता लगा सकता है। ऐसा करने का एक सरल तरीका है- एक चुंबक को एक छड़ी से जोड़ना, जिसे 'मैग्नेस स्टिक' कहा जाता है और इसका उपयोग यह निर्धारित करने के लिए किया जाता है कि यह स्कूल के खेल के मैदान या कक्षा जैसे विभिन्न वातावरणों में किन वस्तुओं को आकर्षित करता है।
- चुंबक द्वारा आकर्षित की जाने वाली वस्तुएँ लोहे, निकल या कोबाल्ट जैसे चुंबकीय पदार्थों से बनी होती हैं। दूसरी ओर, जो पदार्थ चुंबक द्वारा आकर्षित नहीं होते हैं उन्हें अचुंबकीय कहा जाता है।
- मृदा के विभिन्न नमूनों में पाए जाने वाले लौह तत्व की मात्रा का आकलन करके, हम विभिन्न क्षेत्रों में उपलब्ध लौह तत्व की मात्रा का निर्धारण कर सकते हैं। इस जानकारी का उपयोग करके देश के विभिन्न क्षेत्रों की मृदा के चुंबकीय गुणों के बारे में जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

चुंबक के ध्रुव

- जब किसी चुंबक को मिट्टी में रगड़ा जाता है, तो वह लोहे के बुरादे को अपनी ओर आकर्षित करता है, यदि लोहे के बुरादे मौजूद हों। परंतु ये बुरादा चुंबक पर समान रूप से नहीं चिपकता। कागज की एक शीट और कुछ लोहे के बुरादे का उपयोग करके की गई एक गतिविधि इस व्यवहार को प्रदर्शित करती है। कागज पर एक छड़ चुंबक रखने से पता चलता है कि चुंबक के कुछ क्षेत्र अन्य की तुलना में अधिक लोहे के बुरादे को आकर्षित करते हैं। इस गतिविधि को दोहराने से लोहे के बुरादे के वितरण से एक सुसंगत पैटर्न का निर्माण होता है।
- यह विशिष्ट आकर्षण छड़ चुंबक के दोनों सिरों के पास अधिक स्पष्ट होता है। इन विशिष्ट क्षेत्रों को चुंबक का "ध्रुव" कहा जाता है।
- विभिन्न आकृतियों के चुंबकों में भी ध्रुव विद्यमान होते हैं, जिन्हें लोहे के बुरादे के साथ उसी विधि का उपयोग करके पहचाना जा सकता है। विभिन्न चुंबकों का अवलोकन और प्रयोग करके, कोई व्यक्ति विभिन्न चुंबक आकृतियों के लिए ध्रुवों के स्थान का अनुमान लगा सकता है और उन्हें चिह्नित कर सकता है।

चुंबक से दिशा का पता लगाना

- प्राचीन काल से ही चुंबक के अनोखे गुणों का उपयोग दिशाएँ खोजने के लिए किया जाता रहा है। एक प्रसिद्ध किस्सा चीन के सम्राट होआंग-ती से संबंधित है, जो अपने रथ पर हमेशा दक्षिण की ओर इशारा करने वाली एक घूमती हुई मूर्ति का इस्तेमाल करते थे, जिससे उन्हें अपरिचित क्षेत्रों में मार्गनिर्देशन करने में मदद मिलती थी।
- जब एक छड़ चुंबक को स्वतंत्रतापूर्वक लटकाया या शांत पानी पर तैराया जाता है तो यह उत्तर-दक्षिण दिशा में ठहरता है। इसका वह सिरा जो भौगोलिक उत्तर की ओर संकेत करता है, उत्तरी ध्रुव और जो भौगोलिक दक्षिण की ओर संकेत करता है, चुंबक का दक्षिणी ध्रुव कहलाता है।
- उगते सूरज को पूर्व दिशा के सामान्य संकेतक के रूप में उपयोग करके आप उत्तर दिशा निर्धारित कर सकते हैं। इस विधि से उत्तर की ओर इंगित करने वाले चुंबक के सिर को उत्तरी ध्रुव या उत्तर की ओर इशारा करने वाला सिरा कहा जाता है, जबकि दक्षिण की ओर इंगित करने वाले दूसरे सिर को दक्षिणी ध्रुव या दक्षिण की ओर इशारा करने वाला सिरा कहा जाता है। चुंबकों का यह अंतर्निहित गुण सदियों से यात्रियों के लिए अमूल्य रहा है।
- इस चुंबकीय गुण ने अंततः दिक्सूचक के आविष्कार को जन्म दिया। कम्पास में एक चुंबकीय सुई होती है जो एक चिह्नित डायल के अंदर स्वतंत्र रूप से घूमती है। जब सुई स्थिर होती है, तो यह उत्तर-दक्षिण दिशा को इंगित करती है।
- सुई के उत्तरी ध्रुव को आमतौर पर एक अलग रंग से पहचाना जाता है। दिक्सूचक का उपयोग करके नाविक और खोजकर्ता सदियों से अपना रास्ता खोजते रहे हैं, जो इस चुंबकीय उपकरण की अपरिहार्य प्रकृति को साबित करता है।



चित्र 4.6: चुंबक जिसमें (a) बहुत सारे लोहे के बुरादे हैं, (b) कुछ लोहे के बुरादे हैं, (c) कोई लोहे का बुरादा नहीं चिपका हुआ है



चित्र 4.7: लोहे का बुरादा एक छड़ चुंबक से चिपका हुआ



चित्र 4.8: रथ मूर्ति द्वारा दिशा का पता लगाना



चित्र 4.9: स्वतंत्र रूप से लटका हुआ छड़ चुंबक सदैव एक ही दिशा में रुकता है



चित्र 4.10: एक कम्पास (कुतुबनुमा)

स्वयं का चुंबक एवं कम्पास (दिक्सूचक) बनाना

- आप आसानी से एक नियमित लोहे के टुकड़े को चुंबक में बदल सकते हैं। ऐसा करने के लिए लोहे की एक छड़ लें और इसे एक छोर से दूसरे छोर तक एक बार चुंबक से घुमाएँ, यह सुनिश्चित करते हुए कि आप एक ही ध्रुव का उपयोग करें और लगातार एक ही दिशा में आगे बढ़ें।
- लगभग 30-40 चक्र के बाद लोहे की छड़ चुंबकित हो जाएगी, जिसे पिन या लोहे के बुरादे के पास लाकर परखा जा सकता है।
- चुंबक बनाने के बाद आप एक सरल दिक्सूचक बना सकते हैं। अपने नए चुंबक से लोहे की सुई को चुंबकित करें। फिर इस सुई को कॉर्क या फोम के एक छोटे टुकड़े में डालें, यह सुनिश्चित करते हुए कि यह आधार को न छुए। इसको एक कटोरे में पानी पर रखें, जिससे कॉर्क स्वतंत्र रूप से तैर सके।
- उत्तर-दक्षिण दिशा की ओर इशारा करते हुए चुंबकीय सुई पृथ्वी के चुंबकीय क्षेत्र के साथ संरेखित होगी। चाहे आप फ्लोटिंग कॉर्क को कैसे भी घुमाएँ, एक बार जब यह स्थिर हो जाता है, तो सुई लगातार एक ही दिशा में इशारा करेगी, जिससे आपको एक दिक्सूचक मिल जाएगा।



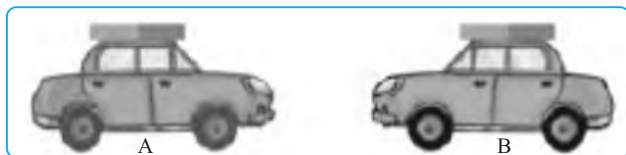
चित्र 4.11: अपना चुंबक बनाना



चित्र 4.12: कप में एक दिक्सूचक

चुंबक के बीच आकर्षण और प्रतिकर्षण

- अब हम खिलौने वाली कारों पर रखे गए चुंबकों का अवलोकन करते हैं। यदि एक कार जिसका चुंबक का दक्षिणी ध्रुव आगे की ओर है (कार A) को दूसरी कार के पास रखा जाता है जिसका उत्तरी ध्रुव आगे की ओर है (कार B), तो दोनों कारें एक-दूसरे को आकर्षित करती हैं। यदि चुंबकों के विपरीत ध्रुव एक-दूसरे के सामने हों, तो वे आकर्षित होते हैं। हालाँकि जब समान ध्रुव एक-दूसरे के सामने हों, तो वे प्रतिकर्षित होती हैं।



चित्र 4.13: क्या विपरीत ध्रुव एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं?



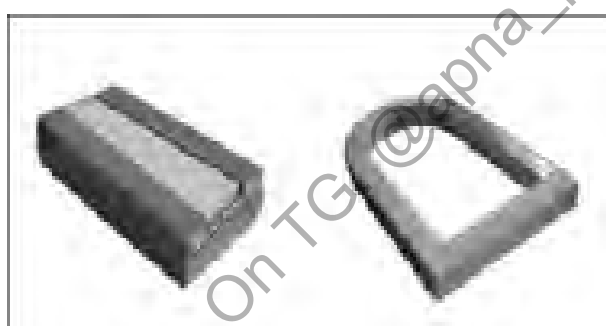
चित्र 4.14: क्या विपरीत ध्रुव एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं?

इस गुण को एक चुंबक को लटकाकर और दूसरे चुंबक के ध्रुवों को उसके पास लाकर भी देखा जा सकता है। समान ध्रुव प्रतिकर्षित करते हैं तथा असमान ध्रुव एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं।

- चुंबकों को सावधानी से उपयोग करना महत्वपूर्ण है। ताप, धक्का/संघात या गलत ढंग से उपयोग किए जाने पर उनके चुंबकीय गुण प्रभावित हो सकते हैं। भंडारण के लिए छड़ चुंबकों को असमान ध्रुवों के साथ जोड़ा जाना चाहिए, लकड़ी से अलग किया जाना चाहिए और उनके सिरों पर नरम लोहे के टुकड़ों से ढका जाना चाहिए।
- घोड़े की नाल के आकार के चुंबकों के ध्रुवों पर लोहे का टुकड़ा होना चाहिए। साथ ही संभावित नुकसान को रोकने के लिए चुंबकों को टेलीविजन, मोबाइल फोन, कैसेट, सीडी और कंप्यूटर जैसे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों से दूर रखना चाहिए।



चित्र 4.15: चुंबक गर्म करने, पीटने और गिराने पर अपना गुण खो देते हैं

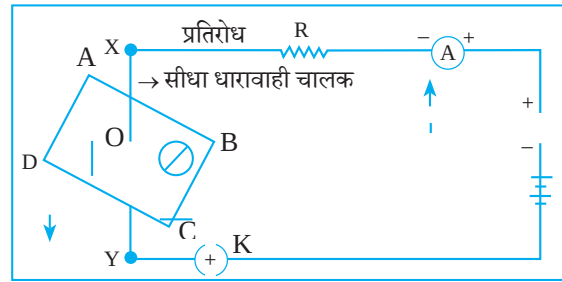


चित्र 4.16: अपने चुंबकों को सुरक्षित तरीके से रखें

विद्युत धारा के चुंबकीय प्रभाव

गतिविधि विवरण:

- एक सीधा तांबे का तार बिंदु X और Y के बीच विद्युत परिपथ पर लंबवत रखा गया है।
- इस तार के पास क्षैतिज रूप से रखा गया दिक्सूचक सुई की गति को दर्शाता है।
- जब परिपथ से विद्युत धारा प्रवाहित होती है, तो दिक्सूचक की सुई विक्षेपित हो जाती है।
- दिक्सूचक की सुई का विक्षेपण यह दर्शाता है कि परिपथ से विद्युत धारा प्रवाहित होती ले जाने वाले तांबे के तार में चुंबकीय प्रभाव होता है, जो विद्युत और चुंबकत्व के बीच संबंध को दर्शाता है।



चित्र 4.17: धातु के चालक से विद्युत धारा प्रवाहित कराने पर दिक्सूचक सुई विक्षेपित होती है।

चुंबकीय क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ

कम्पास और छड़ चुंबक की परस्पर क्रिया

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

लौह-चूर्ण से चुंबकीय क्षेत्र का दृश्यांकन

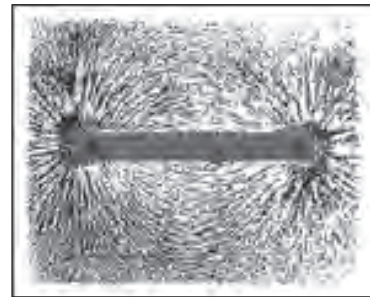
- जब एक छड़ चुंबक को कागज पर रखा जाता है और उसके चारों ओर लौहचूर्ण रखा जाता है, तो बोर्ड पर थपथपाने से लौहचूर्ण के बीच एक विशिष्ट पैटर्न बन जाता है। क्योंकि चुंबक अपने चारों ओर के क्षेत्र में अपना प्रभाव आरोपित करता है। जिसके कारण लौहचूर्ण एक बल का अनुभव करता है। इसी बल के कारण लौह-चूर्ण इस प्रकार के प्रतिरूप में व्यवस्थित हो जाता है।
- किसी चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें उसके बल का संसूचन किया जा सकता है, उस चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है।
- वह रेखाएँ जिनके अनुदिश लौहचूर्ण स्वयं सरेखित क्षेत्र रेखाओं का निरूपण करती हैं।

दिक्सूचक (कम्पास) से चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं का मानचित्रण

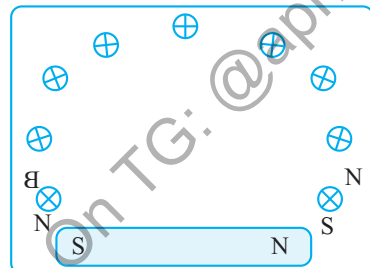
- कागज पर दिक्सूचक और छड़ चुंबक का उपयोग करके चुंबकीय क्षेत्र का मानचित्र बनाया जा सकता है।
- दिक्सूचक सुई को जब छड़ चुंबक के उत्तरी ध्रुव के पास रखा जाता है, तो उसका दक्षिणी ध्रुव चुंबक के उत्तर की ओर इंगित करेगा।
- दिक्सूचक को घुमाकर और स्थितियों को चिह्नित करके चुंबक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र को दिखाते हुए क्षेत्र रेखाएँ खींची जा सकती हैं।

हैंस क्रिश्चियन ओरस्टेड (1777-1851)

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



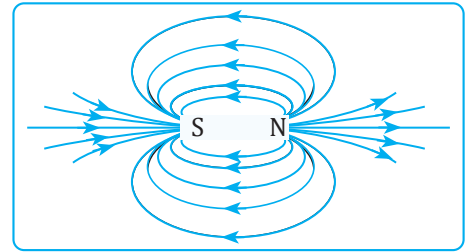
चित्र 4.18: छड़ चुंबक के पास लोहे का बुरादा चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं के साथ सरेखित होता है।



चित्र 4.19: दिक्सूचक सुई की सहायता से चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ आरेखित करना

चुंबकीय क्षेत्र की विशेषताएँ

- चुंबकीय क्षेत्र एक ऐसी राशि है, जिसमें परिमाण तथा दिशा दोनों होते हैं।
- किसी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा वह मानी जाती है, जिसके अनुदिश दिक्सूचक का उत्तरी ध्रुव उस क्षेत्र के भीतर गमन करता है।
- चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के उत्तर ध्रुव से प्रकट होती हैं तथा दक्षिण ध्रुव पर विलीन हो जाती हैं।
- चुंबक के भीतर चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं की दिशा उसके दक्षिण ध्रुव से उत्तर ध्रुव की ओर होती है। अतः चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक बंद वक्र होती हैं।
- चुंबकीय क्षेत्र की आपेक्षिक प्रबलता को क्षेत्र रेखाओं की निकटता की कोटि द्वारा दर्शाया जाता है, जहाँ पर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ अपेक्षाकृत अधिक निकट होती हैं वहाँ चुंबकीय क्षेत्र अधिक प्रबल होता है, अर्थात् वहाँ पर विद्यमान किसी अन्य चुंबक के ध्रुव पर चुंबकीय क्षेत्र के कारण अधिक बल कार्य करेगा।
- दो क्षेत्र रेखाएँ कहीं भी एक-दूसरे को प्रतिच्छेद नहीं करतीं। यदि वे ऐसा करें तो इसका यह अर्थ होगा कि प्रतिच्छेद बिंदु पर दिक्सूची को रखने पर उसकी सुई दो दिशाओं की ओर संकेत करेगी, जो संभव नहीं हो सकता।

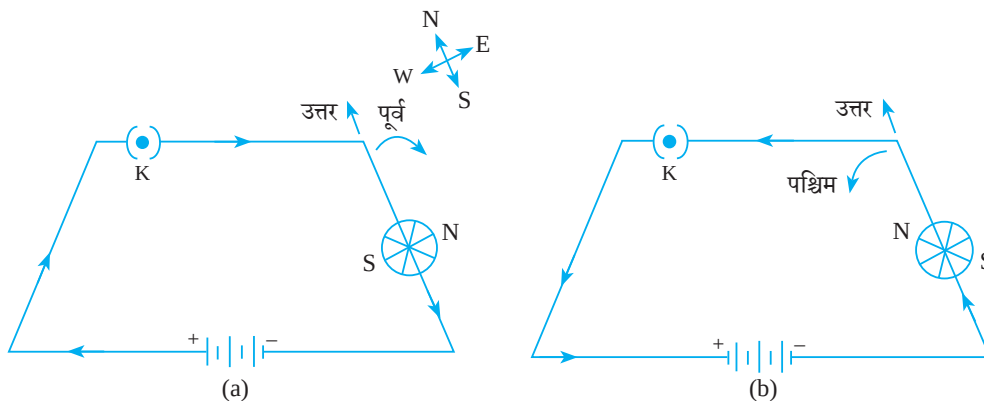


चित्र 4.20: छड़ चुंबक के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ

किसी विद्युत धारावाही वालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र

चुंबकीय क्षेत्र को समझना

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



चित्र 4.21: एक सरल विद्युत परिपथ, जिसमें किसी लंबे तार के तार को किसी दिक्सूची के ऊपर तथा उसकी सुई के समांतर रखा गया है। जब तार में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा उत्क्रमित होती है तो दिक्सूची का विक्षेप विपरीत दिशा में होता है।

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

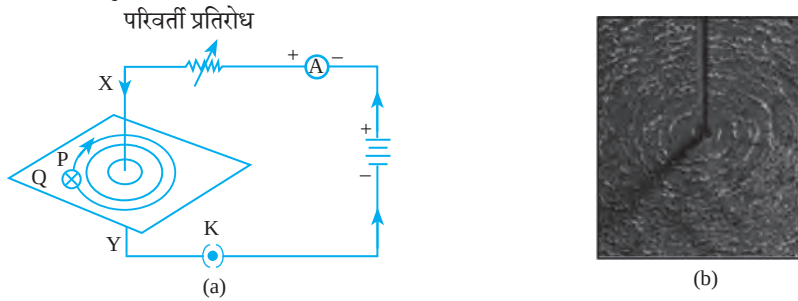
विचारणीय बिंदु

चूँकि प्रत्येक विद्युत धारावाही चालक अपना स्वयं का चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है, तो क्या हमारे दैनिक जीवन में उपयोग किए जाने वाले सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरण जैसे टीवी, मोबाइल, लैपटॉप आदि अपना स्वयं का चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करते हैं? पता लगाएँ कि क्या इन चुंबकीय क्षेत्रों का हमारे स्वास्थ्य पर कोई प्रभाव पड़ता है।



सीधे चालक से विद्युत धारा प्रवाहित होने के कारण चुंबकीय क्षेत्र

- जब एक तांबे के तार में प्रत्यक्ष तौर पर धारा प्रवाहित की जाती है, तो यह अपने चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। लोहे के बुरादे का उपयोग करके इस क्षेत्र को तार के चारों ओर संकेंद्रित वृत्तों के रूप में देखा जा सकता है।

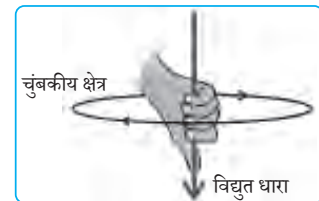


चित्र 4.22: (a) किसी विद्युत धारावाही सीधे चालक तार के चारों ओर के चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाओं को निरूपित करता संकेंद्री वृत्तों का प्रतिरूप। वृत्तों पर अंकित तीर क्षेत्र रेखाओं की दिशाओं को दर्शाते हैं। (b) प्राप्त प्रतिरूप का समीप दृश्य।

- दिक्सूची तार के जितना करीब होगा, विक्षेपण उतना ही अधिक होगा, जो यह दर्शाता है कि चालक से दूरी बढ़ने के साथ चुंबकीय क्षेत्र की क्षमता कम होती जाती है।

दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम

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

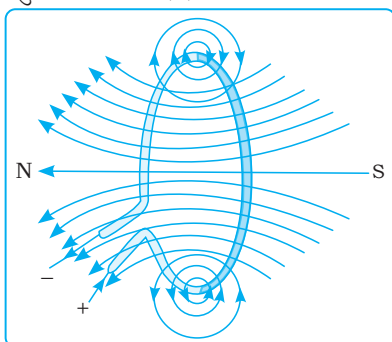


चित्र 4.23: दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम

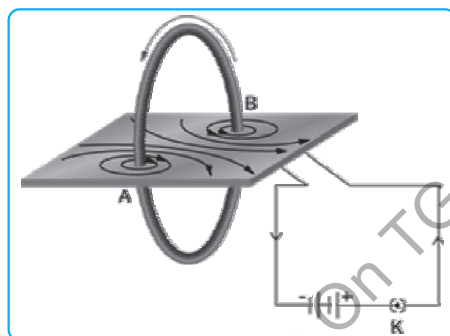
- दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम को लागू करने पर पूर्वी सिरे से अवलोकन करने पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा (तार के ऊपर या नीचे किसी भी बिंदु पर) तार के लंबवत् तल में दक्षिणावर्त होगी। इसी प्रकार से तार के पश्चिमी सिरे से अवलोकन करने पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा वामावर्त होगी।

विद्युत धारावाही वृत्ताकार पाश के कारण चुंबकीय क्षेत्र

- किसी विद्युत धारावाही चालक के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र उससे दूरी के व्युत्क्रम पर निर्भर करता है।
- इसी प्रकार किसी विद्युत धारावाही पाश के प्रत्येक बिंदु पर उसके चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र को निरूपित करने वाले संकेंद्रीय वृत्तों का आकार तार से दूर जाने पर निरंतर बढ़ा होता जाता है।
- जैसे ही हम वृत्ताकार पाश के केंद्र पर पहुँचते हैं, इन वृहद् वृत्तों के चाप सरल रेखाओं जैसे प्रतीत होने लगते हैं। विद्युत धारावाही तार के प्रत्येक बिंदु से उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ पाश के केंद्र पर सरल रेखा जैसी प्रतीत होने लगती हैं।
- दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम को लागू करके इस बात की आसानी से जाँच की जा सकती है कि तार का प्रत्येक भाग चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं में योगदान देता है तथा पाश के भीतर सभी चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ एक ही दिशा में होती हैं।



चित्र 4.24: धारावाही वृत्ताकार पाश द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ

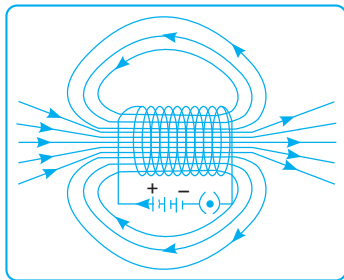


चित्र 4.25: धारावाही वृत्ताकार कुंडली द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र

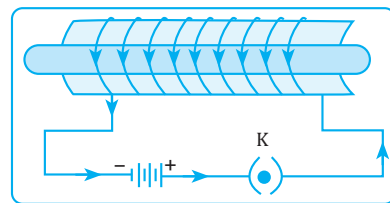
- किसी विद्युत धारावाही तार के कारण किसी दिए गए बिंदु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र प्रवाहित विद्युत धारा पर अनुलोमतः निर्भर करता है। अतः यदि हमारे पास n फेरों की कोई कुंडली हो तो उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र परिमाण में एकल फेरे द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तुलना में n गुना अधिक प्रबल होगा।
- इसका कारण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

परिनालिका में प्रवाहित विद्युत धारा के कारण चुंबकीय क्षेत्र

- पास-पास लिपटे विद्युतरोधी ताँबे के तार की बेलन की आकृति की अनेक फेरों वाली कुंडली को **परिनालिका** कहते हैं।
- वास्तव में परिनालिका का एक सिरा उत्तर ध्रुव तथा दूसरा सिरा दक्षिण ध्रुव की भाँति व्यवहार करता है।
- **परिनालिका के भीतर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ समांतर सरल रेखाओं की भाँति होती हैं।** यह निर्दिष्ट करता है कि किसी परिनालिका के भीतर सभी बिंदुओं पर चुंबकीय क्षेत्र समान होता है। अर्थात् परिनालिका के भीतर एकसमान चुंबकीय क्षेत्र होता है।
- परिनालिका के भीतर उत्पन्न प्रबल चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग किसी चुंबकीय पदार्थ, जैसे नर्म लोहे, को परिनालिका के भीतर रखकर चुंबक बनाने में किया जा सकता है। इस प्रकार बने चुंबक को **विद्युत चुंबक** कहते हैं।



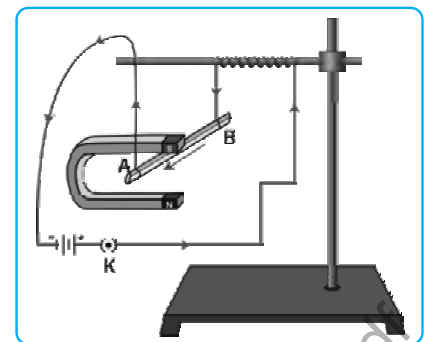
चित्र 4.26: किसी विद्युत धारावाही परिनालिका के भीतर और उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ



चित्र 4.27: एक धारावाही परिनालिका का उपयोग इसके अंदर स्थित स्टील की छड़ को चुंबकित करने के लिए किया जाता है - एक विद्युत चुंबक

चुंबकीय क्षेत्र में किसी विद्युत धारावाही चालक पर बल

- किसी चालक में प्रवाहित विद्युत धारा चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। इस प्रकार उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र इस चालक के निकट रखे किसी चुंबक पर कोई बल आरोपित करता है। फ्रांसीसी वैज्ञानिक **आंद्रे मैरी ऐम्पियर (1775-1836 ई.)** ने यह विचार प्रस्तुत किया कि **चुंबक को भी विद्युत धारावाही चालक पर परिमाण में समान, परंतु दिशा में विपरीत बल आरोपित करना चाहिए।**
- **क्रियाकलाप:** एक एल्युमीनियम की छड़ को लटकाकर घोड़े की नाल के आकार वाले चुंबक के ध्रुवों के बीच रखा गया।
- जब धारा को छड़ से गुजारा गया, तो वह विस्थापित हो गई। धारा को उत्क्रमित करने से छड़ की विस्थापन दिशा विपरीत हो गई।
- इससे पता चला कि धारा ले जाने वाली छड़ ने चुंबकीय क्षेत्र में एक बल का अनुभव किया और इस बल की दिशा धारा की दिशा एवं चुंबकीय क्षेत्र पर निर्भर करती थी।



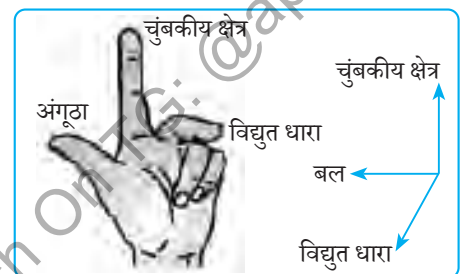
चित्र 4.28: एक धारावाही छड़, AB, अपनी लंबाई और चुंबकीय क्षेत्र के लंबवत बल का अनुभव करती है।

फ्लेमिंग का वामहस्त (बाएँ हाथ) नियम

- इस नियम के अनुसार, अपने बाएँ हाथ की तर्जनी, मध्यमा तथा अँगूठे को इस प्रकार फैलाइए कि ये तीनों एक-दूसरे के परस्पर लंबवत हों।
- यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा और मध्यमा चालक में प्रवाहित विद्युत धारा की दिशा की ओर संकेत करती है तो अँगूठा चालक की गति की दिशा अथवा चालक पर आरोपित बल की दिशा की ओर संकेत करेगा।

अनुप्रयोग

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



चित्र 4.29: फ्लेमिंग का वामहस्त नियम

चिकित्सा में चुंबकत्व

- ❑ मानव शरीर के दो मुख्य भाग, जिनमें चुंबकीय क्षेत्र का उत्पन्न होना महत्वपूर्ण है, वे हृदय तथा मस्तिष्क हैं।
- ❑ शरीर के भीतर चुंबकीय क्षेत्र शरीर के विभिन्न भागों के प्रतिबिंब प्राप्त करने का आधार बनता है। ऐसा एक विशेष तकनीक जिसे चुंबकीय अनुनाद प्रतिबिंबन (Magnetic Resonance Imaging-MRI) कहते हैं, के उपयोग द्वारा किया जाता है।
- ❑ चिकित्सा निदान में इन प्रतिबिंबों का विश्लेषण सहायक होता है। इस प्रकार चिकित्सा विज्ञान में चुंबकत्व के महत्वपूर्ण उपयोग हैं।

निष्कर्ष

प्रकृति में अपनी सर्वव्यापी उपस्थिति और आधुनिक तकनीक में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका के साथ चुंबकत्व अध्ययन का एक आवश्यक विषय बन गया है। इसकी ऐतिहासिक खोज से लेकर दिक्सूची, चिकित्सा उपकरणों और घरेलू परिपथ में इसके अनुप्रयोग के माध्यम से हमने देखा है कि चुंबकत्व का क्षेत्र बहुत बड़ा है और इसके संभावित अनुप्रयोग अनंत हैं, जो इसके भविष्यकालिक उपयोग को स्पष्ट करते हैं।

महत्वपूर्ण शब्दावलि

- ❖ **चुंबकीय क्षेत्र:** चुंबक के आस-पास का क्षेत्र जहाँ बल का अनुभव किया जा सकता है।
- ❖ **विद्युत चुंबकीय प्रभाव:** वह घटना जहाँ विद्युत धाराएँ चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती हैं।
- ❖ **चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ:** चुंबकीय क्षेत्र की शक्ति और दिशा को इंगित करने वाले पथ।
- ❖ **धारावाही परिनालिका:** विद्युत धारा ले जाने पर चुंबकीय गुणों को प्रदर्शित करने वाला तार का एक कुंडल।
- ❖ **सक्रिय तार:** विद्युत प्रणालियों में मुख्य तार, आमतौर पर लाल, एक उपकरण में धारा को ले जाता है।
- ❖ **निष्क्रिय तार:** आमतौर पर काला, यह तार विद्युत परिपथ को पूरा करता है, धारा को उसके स्रोत पर वापस करता है।
- ❖ **अर्थ वायर:** एक सुरक्षा तार, जो आमतौर पर हरा होता है, जो भूमि पर विद्युत प्रवाह के लिए एक सीधा मार्ग प्रदान करता है।
- ❖ **मैग्नेटाइट:** एक प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला चुंबक, किंवदंती के अनुसार, जिसे मैग्नेस नामक एक चरवाहे ने खोजा था।
- ❖ **छड़ चुंबक:** चुंबकीय पदार्थ का एक आयताकार टुकड़ा।
- ❖ **दिक्सूची (कम्पास):** एक नौचालन उपकरण जिसमें चुंबकीय सुई होती है जो पृथ्वी के चुंबकीय ध्रुवों के सापेक्ष दिशा दिखाती है।
- ❖ **उत्तरी ध्रुव (चुंबक का):** चुंबक का वह सिरा जो स्वतंत्र रूप से लटके होने पर पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव की ओर संकेत करता है।
- ❖ **दक्षिणी ध्रुव (चुंबक का):** चुंबक का वह सिरा जो स्वतंत्र रूप से लटके होने पर पृथ्वी के दक्षिणी ध्रुव की ओर संकेत करता है।
- ❖ **आकर्षण बल:** वह बल जो दो वस्तुओं को एक साथ खींचता है, जिसे चुंबक के विपरीत ध्रुवों में देखा जाता है।
- ❖ **प्रतिकर्षण बल:** वह बल जो दो वस्तुओं को अलग करता है, जिसे चुंबक के समान ध्रुवों में देखा जाता है।
- ❖ **फ्यूज:** विद्युत परिपथों में एक सुरक्षा उपकरण, जो ओवरलोडिंग या शॉर्ट-सर्किट से होने वाली क्षति को रोकता है।
- ❖ **विद्युत धारा:** किसी सर्किट के चारों ओर विद्युत का प्रवाह।
- ❖ **दक्षिण-हस्त अंगुष्ठ नियम:** धारा ले जाने वाले चालक के चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा निर्धारित करने की एक विधि।
- ❖ **विद्युत चुंबक:** चुंबक का एक प्रकार जिसका चुंबकीय क्षेत्र विद्युत धारा द्वारा उत्पन्न होता है।



ध्वनि

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT कक्षा-VIII के अध्याय-10 तथा कक्षा-IX के अध्याय-11 का सारांश शामिल है।

परिचय

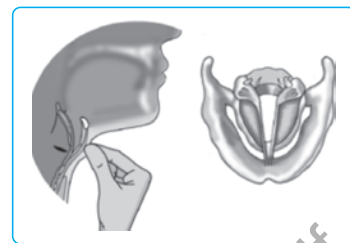
हम प्रतिदिन विभिन्न स्रोतों, जैसे- मानव, पशु-पक्षी, घंटियाँ, मशीनों, वाहनों, टेलीविजन, रेडियो आदि की ध्वनि सुनते हैं। ध्वनि ऊर्जा का एक रूप है, जो हमारे कानों में श्रवण का संवेदन उत्पन्न करती है। कंपन करने वाली वस्तुओं से ध्वनि उत्पन्न होती है। जब कोई वस्तु कंपन करती है, तो यह आस-पास की वायु के अणुओं में विक्षोभ उत्पन्न करती है, जिससे ध्वनि तरंग उत्पन्न होती है। ऊर्जा के अन्य रूप भी हैं, जैसे- यांत्रिक ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा आदि। जब आप ताली बजाते हैं तो ध्वनि उत्पन्न होती है। क्या आप अपनी ऊर्जा का उपयोग किए बिना ध्वनि उत्पन्न कर सकते हैं? ध्वनि उत्पन्न करने के लिए आपने ऊर्जा के किस रूप का उपयोग किया? इस अध्याय में हम सीखेंगे कि ध्वनि किस प्रकार से उत्पन्न होती है और किसी माध्यम में यह किस प्रकार संचरित होकर हमारे कानों द्वारा ग्रहण की जाती है।

ध्वनि कम्पित वस्तुओं द्वारा उत्पन्न होती है

ध्वनि स्वरित्र द्विभुज पर प्रहार करके, अलग-अलग वस्तुओं को तोड़कर, खरोंचकर, रगड़कर, फूँककर या हिलाकर उत्पन्न की जाती है। हम वस्तुओं को कंपनमान करते हैं और ध्वनि उत्पन्न करते हैं। कंपन का अर्थ होता है किसी वस्तु का तेजी से बार-बार इधर-उधर गति करना। मनुष्यों में वाक् ध्वनि उनके वाक्-तंतुओं के कंपित होने के कारण उत्पन्न होती है। वस्तुओं के कंपन से ध्वनि उत्पन्न होती है। जब कोई वस्तु कंपन करती है, तो यह आस-पास के माध्यम (आमतौर पर वायु) में विक्षोभ उत्पन्न करती है, जो तरंगों के रूप में फैलती है और अंततः हमारे कानों तक पहुँचती है।

मनुष्यों द्वारा उत्पन्न ध्वनि

- मनुष्यों में ध्वनि वाकयंत्र या कंठ (Larynx) द्वारा उत्पन्न होती है। मनुष्यों में वाकयंत्र श्वासनली के ऊपरी सिरे पर स्थित होता है। वाकयंत्र में दो स्वर रज्जु इस तरह से फैले होते हैं कि वायु के गुजरने के लिए उनके बीच एक संकरी दरार बनी रहती है।
- जब फेफड़े वायु को छिद्र से बाहर निकालते हैं, तो स्वर रज्जु कंपन करते हैं, जिससे ध्वनि उत्पन्न होती है। जब स्वर रज्जु तीक्ष्ण और पतली होती हैं, तो मनुष्य की ध्वनि का प्रकार या गुणवत्ता उस ध्वनि से अलग होती है जो लचीली एवं भारी होती है।



चित्र 5.1: मनुष्यों में वाकयंत्र

ध्वनि का संवरण

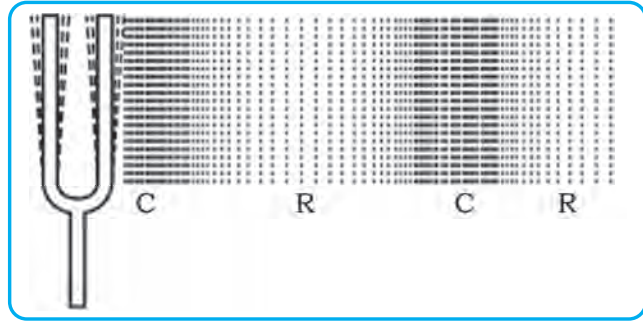
- ध्वनि कंपन करने वाली वस्तुओं द्वारा उत्पन्न होती है। द्रव्य या पदार्थ जिसके द्वारा ध्वनि संचारित होती है, उसे माध्यम कहा जाता है। यह ठोस, तरल या गैस हो सकता है। ध्वनि उत्पन्न होने के बिंदु से श्रोता तक माध्यम से होकर जाती है।
- जब कोई वस्तु कंपन करती है, तो वह अपने आस-पास के माध्यम के कणों को कंपाया करने लगती है। कण कंपन करने वाली वस्तु से कान तक पूर्णतः संचालित नहीं होते हैं।
- कंपन करने वाली वस्तु के संपर्क में आने वाला माध्यम का एक कण सबसे पहले अपनी संतुलन स्थिति से विस्थापित होता है, फिर यह पास के कण पर बल आरोपित करता है। परिणामस्वरूप पास का कण अपनी विरामावस्था से विस्थापित हो जाता है।
- आसन्न कण को विस्थापित करने के बाद पहला कण अपनी मूल स्थिति में पुनः आ जाता है। यह प्रक्रिया माध्यम में तब तक जारी रहती है जब तक ध्वनि हमारे कान तक नहीं पहुँच जाती।

विचारणीय बिंदु

ध्वनि को गति करने के लिए एक माध्यम की आवश्यकता होती है। लेकिन हाल ही में नासा ने ब्लैक होल की आवाज़ को रिकॉर्ड करने में सफलता प्राप्त की है। यह कैसे संभव है, क्योंकि अंतरिक्ष में ध्वनि के संचालन या गति के लिए कोई माध्यम नहीं है?



- तरंग एक विक्षोभ है, जो किसी माध्यम से होकर गति करती है और माध्यम के कण निकटवर्ती कणों में गति उत्पन्न कर देते हैं। ये कण इसी प्रकार की गति अन्य कणों में उत्पन्न करते हैं। माध्यम के कण स्वयं आगे नहीं बढ़ते, लेकिन विक्षोभ आगे बढ़ जाता है। किसी माध्यम में ध्वनि के संचरण के समय ठीक ऐसा ही होता है, इसलिए ध्वनि को तरंग के रूप में समझा जा सकता है। ध्वनि तरंगें माध्यम के कणों की गति द्वारा अभिलक्षित की जाती हैं और 'यांत्रिक तरंगें' कहलाती हैं।



चित्र 5.2: कंपयमान वस्तु किसी माध्यम में संपीडन (C) और विरलन (R) की शृंखला

- वायु एक माध्यम है, जिसके माध्यम से ध्वनि गति करती है। जब एक कंपन करने वाली वस्तु आगे बढ़ती है, तो यह अपने सामने की वायु को धक्का देकर संपीडित करती है, जिससे उच्च दाब का क्षेत्र बनता है। इस क्षेत्र को संपीडन (C) कहा जाता है। यह संपीडन कंपन करने वाली वस्तु से दूर जाने लगता है।
- जब कंपन करने वाली वस्तु पीछे की ओर चलती है, तो यह कम दबाव का क्षेत्र निर्मित करती है जिसे 'विरलन' (R) कहा जाता है। जैसे-जैसे वस्तु तेजी से आगे-पीछे चलती है, वायु में संपीडन और विरलन की एक शृंखला बनती है, जिससे ध्वनि तरंगें उत्पन्न होती हैं।

ध्वनि तरंगें अनुदैर्घ्य तरंगें हैं

- अनुदैर्घ्य तरंगें (Longitudinal Waves):** अनुदैर्घ्य तरंग में माध्यम के कणों (जैसे- वायु, पानी या ठोस पदार्थ) तरंग के संचरण की दिशा में कंपन करते हैं। इसका अर्थ है कि **कणों की गति तरंग की दिशा के समानांतर** होती है।
 - ध्वनि तरंगों के संबंध में वायु के कणों का विस्थापन ध्वनि की गति की दिशा के समानांतर आगे-पीछे (संपीडन व विरलन) होता है। संपीडन और विरलन बारी-बारी से होते हैं, जिससे उच्च दाब (संपीडन) और निम्न दाब (विरलन) क्षेत्रों की एक शृंखला बनती है।
- अनुप्रस्थ तरंगें (Transverse Waves):** अनुप्रस्थ तरंग में माध्यम के कण तरंग की गति की दिशा के लंबवत दोलन करते हैं। इससे तरंग में शिखर (उच्च बिंदु) और गर्त (निम्न बिंदु) बनते हैं। अनुप्रस्थ तरंगों के उदाहरणों में **प्रकाश तरंगें** शामिल हैं। प्रकाश तरंगों में विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र प्रसार की दिशा के लंबवत दोलन करते हैं।
 - हालाँकि ध्वनि तरंगें अनुदैर्घ्य होती हैं, अन्य माध्यमों में कुछ तरंगें (जैसे तालाब की सतह पर जल की तरंगें) अनुदैर्घ्य एवं अनुप्रस्थ दोनों विशेषताओं को प्रदर्शित कर सकती हैं। इन्हें सतही तरंगें (Surface Waves) कहा जाता है, क्योंकि इनमें ऐसे घटक होते हैं जो तरंग गति की दिशा के समानांतर और लंबवत दोनों प्रकार से गति करते हैं। ध्वनि तरंगें, विशेष रूप से जो वायु या अन्य माध्यमों से संचरित होती हैं, अनुदैर्घ्य तरंगें होती हैं और अनुप्रस्थ गति प्रदर्शित नहीं करती हैं।

विचारणीय बिंदु

मानव कान अधिकतम 20,000 हर्ट्ज की आवृत्ति तक की ध्वनि सुन सकता है। आपको क्या लगता है कि यदि हम लगातार 20,000 हर्ट्ज से अधिक आवृत्तियों के संपर्क में रहें, तो इसका क्या प्रभाव पड़ेगा?



ध्वनि तरंगों के अभिलक्षण

- ध्वनि तरंगों को निम्नलिखित के द्वारा वर्णित किया जा सकता है- (a) आवृत्ति, (b) आयाम और (c) वेग।
- आवृत्ति (Frequency):** यह समय की प्रति इकाई दोलों या कंपन की संख्या को संदर्भित करता है। ध्वनि के संदर्भ में यह ध्वनि का तारत्व निर्धारित करता है। यदि हम प्रति इकाई समय में हमारे पास से गुजरने वाले संपीडन या विरलन की संख्या की गणना कर सकें, तो हमें ध्वनि तरंग की आवृत्ति प्राप्त हो जाएगी।
 - आवृत्ति को मापने के लिए हर्ट्ज (Hz) का उपयोग किया जाता है, जो प्रति सेकंड एक चक्र (Cycle) को दर्शाता है।

हेनरिक रूडोल्फ हर्ट्ज (Heinrich Rudolph Hertz) का जन्म 22 फरवरी, 1857 को हैम्बर्ग, जर्मनी में हुआ था। उन्होंने बर्लिन विश्वविद्यालय से शिक्षा प्राप्त की थी। उन्होंने अपने प्रयोगों से जे. सी. मैक्सवेल के विद्युत चुंबकीय सिद्धांत की पुष्टि की। उन्होंने रेडियो, टेलीफोन, टेलीग्राफ और यहाँ तक कि टेलीविजन के भविष्य के विकास की नींव रखी। उन्होंने प्रकाश-विद्युत् प्रभाव की भी खोज की, जिसे बाद में अल्बर्ट आइंस्टीन ने समझाया। आवृत्ति की SI इकाई को उनके सम्मान में 'हर्ट्ज' नाम दिया गया।



- उच्च आवृत्ति वाली ध्वनियों में एक सीटी या पक्षी की चहचहाहट की तरह उच्च तारत्व होता है। कम आवृत्ति वाली ध्वनियों में कम तारत्व होता है, जैसे कि बादल के गरजने की आवाज। उदाहरण, दो व्यक्तियों के बीच एक सामान्य बातचीत की आवृत्ति लगभग 300 से 3,000 हर्ट्ज तक होती है।
- **आयाम:** यह एक पूर्ण कंपन के दौरान एक कंपन वस्तु या तरंग पर एक बिंदु द्वारा अपनी संतुलन स्थिति से स्थानांतरित अधिकतम विस्थापन या दूरी को संदर्भित करता है। ध्वनि के संदर्भ में यह ध्वनि की प्रबलता या तीव्रता निर्धारित करता है।
 - ध्वनि में आयाम का मात्रक डेसीबल (dB) है।
 - अधिक आयाम के परिणामस्वरूप तेज आवाज आती है और कम आयाम के परिणामस्वरूप धीमी आवाज आती है। जैसे- धीमी फुसफुसाहट की तुलना में तेज चिल्लाहट का आयाम अधिक होगा।
- **वेग:** ध्वनि का वेग एक ध्वनि तरंग द्वारा एक माध्यम से प्रसारित होने पर प्रति इकाई समय में तय की गई दूरी है।
 - ध्वनि के वेग को आमतौर पर मीटर प्रति सेकंड (m/s) में मापा जाता है।
 - ध्वनि का वेग या गति माध्यम के आधार पर भिन्न होती है। वायु में लगभग 22 डिग्री सेल्सियस के तापमान पर यह लगभग 344 मीटर प्रति सेकंड है। उदाहरण- 20 डिग्री सेल्सियस पर शुष्क वायु में ध्वनि लगभग 343 मीटर प्रति सेकंड की गति से यात्रा करती है।

ध्वनि से संबंधित विभिन्न तत्व

- ग्राफिक रूप में ध्वनि तरंग यह दर्शाती है, कि जब ध्वनि तरंग माध्यम में गति करती है तो घनत्व और दाब में किस प्रकार परिवर्तन होता है।
- ध्वनि तरंग के माध्यम में प्रसारित होने पर क्रमशः घनत्व और दाब में परिवर्तन होता है। **संपीडन** वे क्षेत्र हैं, जहाँ कण एक साथ एकत्रित होते हैं और वक्र के ऊपरी भाग (शिखर) द्वारा दर्शाए जाते हैं। इस प्रकार संपीडन वे क्षेत्र हैं जहाँ घनत्व के साथ-साथ दाब भी अधिक होता है।
- **विरलन** कम दाब के क्षेत्र हैं, जहाँ कण अलग-अलग फैले होते हैं और गर्त द्वारा दर्शाए जाते हैं, जो चित्र 5.3(c) में वक्र का निचला भाग है।

तरंगदैर्घ्य:

- दो लगातार संपीडन (C) या दो लगातार विरलन (R) के बीच की दूरी को **तरंगदैर्घ्य** कहा जाता है। तरंगदैर्घ्य को आमतौर पर λ (ग्रीक अक्षर **लैम्डा**) द्वारा दर्शाया जाता है। इसका **SI मात्रक मीटर (m)** है।

आवृत्ति:

- प्रति इकाई समय में पार होने वाले संपीडन या विरलन की संख्या ध्वनि तरंग की आवृत्ति को दर्शाती है। इसे आमतौर पर ν (ग्रीक अक्षर **न्यू**) द्वारा दर्शाया जाता है। इसका **SI मात्रक हर्ट्ज (प्रतीक- Hz)** है।

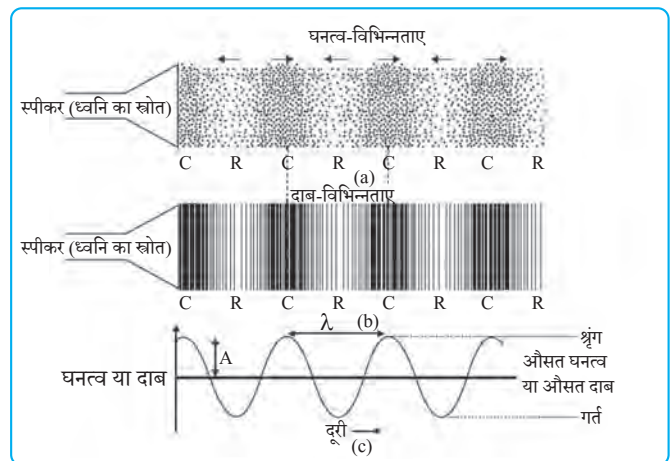
आवर्तकाल (Time Period):

- दो लगातार संपीडन या विरलन द्वारा एक निश्चित बिंदु को पार करने में लिया गया समय तरंग का आवर्तकाल कहलाता है। इसे प्रतीक **T** द्वारा दर्शाया जाता है। इसका **SI मात्रक सेकंड (s)** है। आवृत्ति और आवर्तकाल के मध्य संबंध है।

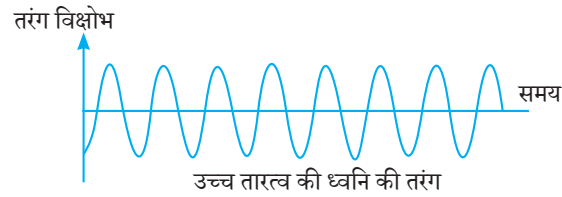
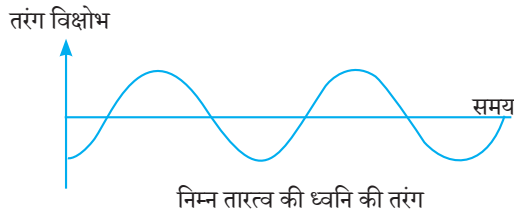
$$\text{आवर्तकाल} = 1/\text{आवृत्ति}$$

तारत्व (Pitch):

- हमारा मस्तिष्क उत्सर्जित ध्वनि की आवृत्ति की व्याख्या कैसे करता है, इसे उसका तारत्व (Pitch) कहते हैं। स्रोत का कंपन जितना तीव्र होगा, आवृत्ति उतनी ही अधिक होगी और तारत्व उतना ही अधिक होगा। एक उच्च तारत्व वाली ध्वनि प्रति इकाई समय में एक निश्चित बिंदु से गुजरने वाले संपीडन और विरलन की अधिक संख्या से मेल खाती है। विभिन्न आकारों और स्थितियों की वस्तुएँ अलग-अलग आवृत्तियों पर कंपन करती हैं, जिससे अलग-अलग तारत्व की ध्वनियाँ उत्पन्न होती हैं।



चित्र 5.3: ध्वनि घनत्व या दबाव भिन्नता (उतार-चढ़ाव) के रूप में संचरित होती है, जैसा कि चित्र (a) और (b) में दिखाया गया है, (c) ग्राफीय निरूपण के माध्यम से घनत्व और दबाव भिन्नताओं को दर्शाता है।



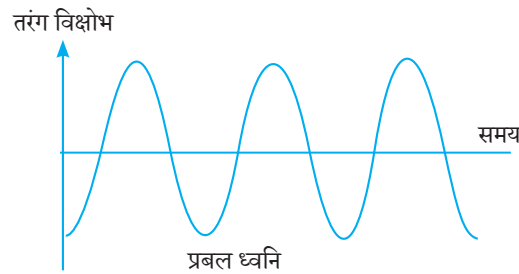
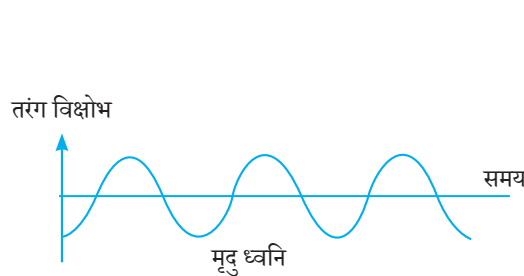
चित्र 5.4: निम्न तारत्व वाली ध्वनि की आवृत्ति कम होती है और उच्च तारत्व वाली ध्वनि की आवृत्ति अधिक होती है।

आयाम (Amplitude):

- माध्यम में माध्य मान के दोनों ओर अधिकतम विक्षोभ के परिमाण को तरंग का आयाम कहा जाता है। इसे आमतौर पर 'A' अक्षर से दर्शाया जाता है। ध्वनि के लिए इसका मात्रक घनत्व या दाब का मात्रक होगा।
- ध्वनि की प्रबलता या मृदुलता मूल रूप से उसके आयाम से निर्धारित होती है। ध्वनि तरंग का आयाम उस बल पर निर्भर करता है, जिससे किसी वस्तु को कंपन कराया जाता है। ध्वनि तरंग अपने स्रोत से फैलती है। जैसे-जैसे यह स्रोत से दूर जाती है, इसका आयाम और प्रबलता दोनों कम होते जाते हैं। तीव्र ध्वनि अधिक दूरी तक यात्रा कर सकती है क्योंकि यह उच्च ऊर्जा से संबंधित होती है।

अन्य बिंदु:

- ध्वनि की 'गुणता' (Timbre) वह विशेषता है जो हमें एक ध्वनि को दूसरी ध्वनि से अलग करने में सक्षम बनाती है, जिसमें समान तारत्व और प्रबलता होती है।
- जो ध्वनि अधिक सुखद होती है उसे समृद्ध गुणता वाली कहा जाता है। एकल आवृत्ति की ध्वनि को 'टोन' कहा जाता है।



चित्र 5.5: मृदु ध्वनि का आयाम कम तथा प्रबल ध्वनि का आयाम अधिक होता है।

- कई आवृत्तियों के मिश्रण से उत्पन्न ध्वनि को **स्वर (Note)** कहा जाता है और यह सुनने में सुखद प्रतीत होती है। **शोर (Noise)** कानों को अप्रिय लगता है, जबकि संगीत सुनने में सुखद अनुभव होता है और प्रबल गुणता वाला होता है।

तरंग के किसी बिंदु जैसे एक संपीडन या एक विरलन द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी तरंग वेग कहलाती है। हम जानते हैं

$$\text{वेग} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T}$$

यहाँ λ ध्वनि की तरंगदैर्घ्य है। यह तरंग द्वारा एक आवर्त काल (T) में चली गई दूरी है। अतः

$$v = \lambda v \left(\because \frac{1}{T} = v \right)$$

अथवा

$$v = \lambda v$$

$$\text{वेग} = \text{तरंगदैर्घ्य} \times \text{आवृत्ति}$$

किसी माध्यम के लिए समान भौतिक परिस्थितियों में ध्वनि का वेग सभी आवृत्तियों के लिए लगभग स्थिर रहता है।

- ध्वनि ऊर्जा की वह मात्रा जो प्रति सेकंड इकाई क्षेत्र से होकर गुजरती है, उसे ध्वनि की तीव्रता कहते हैं। हम कभी-कभी 'प्रबलता' और 'तीव्रता' जैसे शब्दों का एक-दूसरे के स्थान पर प्रयोग करते हैं, लेकिन वे समान नहीं हैं। प्रबलता ध्वनि के प्रति कान की प्रतिक्रिया की एक माप है।

विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल

- ध्वनि एक माध्यम में एक निश्चित चाल से संचरित होती है। आकाशीय बिजली की चमक दिखाई देने से थोड़ी देर बाद गड़गड़ाहट की आवाज सुनाई देती है। इसलिए ध्वनि एक ऐसी चाल से यात्रा करती है, जो प्रकाश की चाल से बहुत कम है। ध्वनि की चाल उस माध्यम के गुणों पर निर्भर करती है जिससे होकर वह यात्रा करती है।
- किसी माध्यम में ध्वनि की चाल उस माध्यम के तापमान पर निर्भर करती है। जब हम ठोस से गैसीय अवस्था में जाते हैं, तो ध्वनि की चाल कम हो जाती है। किसी भी माध्यम में जैसे-जैसे हम तापमान बढ़ाते हैं, ध्वनि की चाल बढ़ती जाती है। वायु में ध्वनि की चाल 0°C पर 331 ms^{-1} और 22°C पर 344 ms^{-1} है।

सोनिक बूम (Sonic Boom): जब किसी वस्तु की गति ध्वनि की गति से अधिक हो जाती है, तो उसे सुपरसोनिक गति कहते हैं। बुलेट, जेट विमान आदि अक्सर सुपरसोनिक गति से यात्रा करते हैं। जब ध्वनि उत्पन्न करने वाला स्रोत ध्वनि की गति से अधिक गति से चलता है, तो यह वायु में प्रघाती तरंगें उत्पन्न करता है। ये प्रघाती तरंगें बहुत अधिक मात्रा में ऊर्जा ले जाती हैं। इस प्रकार की प्रघाती तरंगों से जुड़े वायुदाब में परिवर्तन से अत्यधिक प्रबल और तीव्र ध्वनि उत्पन्न होती है जिसे 'सोनिक बूम' कहा जाता है। सुपरसोनिक विमान द्वारा उत्पन्न प्रघाती तरंगों में इतनी ऊर्जा होती है कि वह काँच को क्षतिग्रस्त कर सकती है और इमारतों को भी नुकसान पहुँचा सकती है।

तालिका 5.1: विभिन्न माध्यमों में 25 डिग्री सेल्सियस पर ध्वनि की चाल

अवस्था	पदार्थ	चाल (मीटर/सेकंड में)	अवस्था	पदार्थ	चाल (मीटर/सेकंड में)	अवस्था	पदार्थ	चाल (मीटर/सेकंड में)
ठोस	एल्युमीनियम	6420	द्रव	जल (समुद्री)	1531	गैस	हाइड्रोजन	1284
	निकेल	6040		जल (आसुत)	1498		हीलियम	965
	स्टील	5960		इथेनॉल	1207		वायु	346
	लोहा	5950		मेथेनॉल	1103		ऑक्सीजन	316
	पीतल	4700					सल्फर डाइऑक्साइड	213
	काँच (फ्लिंट काँच)	3980						

ध्वनि का परावर्तन

- ध्वनि किसी ठोस या तरल पदार्थ से उसी तरह टकराती है, जैसे रबर की गेंद दीवार से टकराती है। प्रकाश की तरह ध्वनि भी किसी ठोस या तरल पदार्थ की सतह पर परावर्तित होती है और परावर्तन (Reflection) के नियमों का पालन करती है।
- ध्वनि जिस दिशा में आपतित और परावर्तित होती है, वह आपतन बिंदु पर परावर्तक सतह के अभिलंब के साथ समान कोण बनाता है तथा तीनों एक ही तल में स्थित होते हैं। ध्वनि तरंगों के परावर्तन के लिए बड़े आकार के अवरोधक की आवश्यकता होती है, जो पॉलिश की हुई या खुरदुरी हो सकती है।

प्रतिध्वनि

- प्रतिध्वनि एक ऐसी घटना है, जो तब उत्पन्न होती है, जब ध्वनि तरंगें किसी सतह से टकराती हैं और एक निश्चित दूरी तय करने के बाद श्रोता के पास पुनः लौट आती हैं। यह अनिवार्य रूप से ध्वनि का परावर्तन है। एक अलग प्रतिध्वनि सुनने के लिए आवश्यक न्यूनतम दूरी लगभग **17.2 मीटर** है। ऐसा इसलिए है क्योंकि ध्वनि वायु में लगभग 343 मीटर प्रति सेकंड की गति से यात्रा करती है तथा ध्वनि तरंग को सतह तक पहुँचने और वापस आने में कुछ समय लगता है। एक अलग प्रतिध्वनि सुनने के लिए मूल ध्वनि और परावर्तित ध्वनि के बीच का समय अंतराल कम से कम **0.1 सेकंड** होना चाहिए।
- लगातार या कई परावर्तनों के कारण प्रतिध्वनि एक से अधिक बार सुनी जा सकती है। बादलों और भूमि जैसी कई परावर्तक सतहों से ध्वनि के लगातार परावर्तन के कारण गड़गड़ाहट की आवाज सुनाई देती है। सोनार (साउंड नेविगेशन एंड रेंजिंग) तकनीक प्रतिध्वनि के सिद्धांत पर आधारित है।

क्या आप जानते हैं?

हैदराबाद के पास गोलकुंडा का किला भारत के सबसे शानदार किलों में से एक है। यह कई प्रकार की वास्तुकला संबंधी विशेषताओं के लिए प्रसिद्ध है। इनमें से एक विशेषता इसकी जल आपूर्ति प्रणाली है। किले के प्रवेश द्वार के पास एक गुंबद है, जो इससे भी ज्यादा सुन्दर है। गुंबद के नीचे एक खास बिंदु पर हाथ से ताली बजाने पर इसकी गुँज किले के सबसे ऊँचे स्थान पर सुनाई देती है, जो लगभग एक किलोमीटर दूर है। इसे चेतावनी प्रणाली के रूप में तैयार किया गया था। अगर किसी गुप्तचर को किले के बाहर कोई संदिग्ध गतिविधि दिखाई देती, तो वह गुंबद के नीचे एक खास बिंदु पर ताली बजाता और किले के अंदर मौजूद सेना को दुश्मन के आने के खतरे के बारे में सचेत कर देता था।



अनुरणन

- अनुरणन मूल ध्वनि स्रोत द्वारा ध्वनि को उत्पन्न करना बंद कर दिए जाने के बाद भी बंद स्थान में ध्वनि का उत्पन्न होना है। यह किसी कमरे की दीवारों, फर्श और छत से ध्वनि तरंगों के कई बार परावर्तन के कारण होता है।
- किसी बड़े हॉल में उत्पन्न ध्वनि दीवारों से बार-बार परावर्तन द्वारा तब तक बनी रहेगी जब तक कि यह उस मान तक कम न हो जाए जहाँ यह सुनाई न दे।
- ध्वनि के इस तरह बने रहने के परिणामस्वरूप होने वाले बार-बार परावर्तन को अनुरणन कहते हैं।
- अवांछित अनुरणन को कम करने के लिए ऑडिटोरियम या हॉल की छत और दीवारों को आमतौर पर संपीडित फाइबर बोर्ड, खुरदरे प्लास्टर या ड्रेपरियों जैसी ध्वनि-अवशोषक सामग्री से ढका जाता है। सीट के पदार्थ भी उनके ध्वनि अवशोषित करने वाले गुणों के आधार पर चुना जाता है।

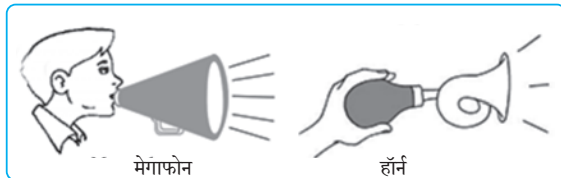
ध्वनि की प्रबलता ध्वनि उत्पन्न करने वाले कंपन के आयाम के वर्ग के समानुपाती होती है। **उदाहरण के लिए** यदि आयाम दुगुना हो जाता है, तो प्रबलता 4 के कारक से बढ़ जाती है। प्रबलता को **डेसीबल (dB)** नामक इकाई में व्यक्त किया जाता है। निम्नलिखित तालिका विभिन्न स्रोतों से आने वाली ध्वनि की प्रबलता को प्रस्तुत करती है:

सामान्य श्वास	10 dB
धीमी फुसफुसाहट (5 मीटर पर)	30 dB
सामान्य बातचीत	60 dB
व्यस्त ट्रैफिक	70 dB
औसत फैट्री	80 dB

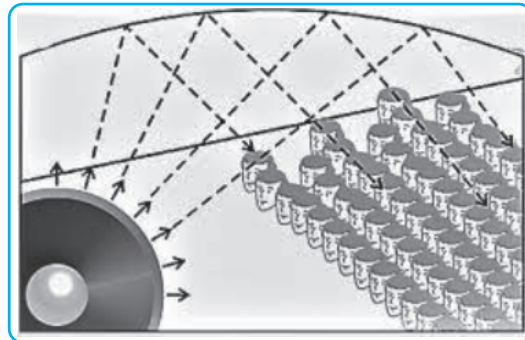
80 dB से ऊपर शोर शारीरिक रूप से दर्दनाक हो जाता है।

ध्वनि के बहुल परावर्तन के उपयोग

- मेगाफोन या लाउडस्पीकर, हॉर्न, संगीत वाद्ययंत्र जैसे तुरही और शहनाई जैसे वाद्ययंत्रों की ध्वनि को सभी दिशाओं में प्रसारित किये बिना एक विशेष दिशा में भेजने के लिए डिजाइन किया गया है।



चित्र 5.6: एक मेगाफोन और हॉर्न

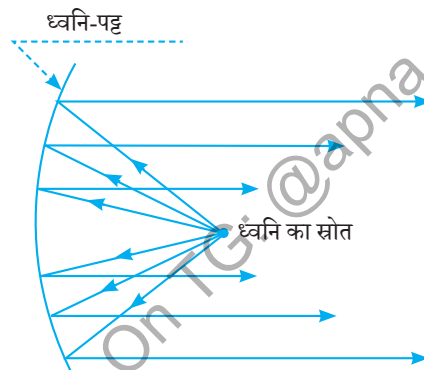


चित्र 5.7: एक सम्मेलन हॉल की घुमावदार छत

- स्टेथोस्कोप** एक चिकित्सा उपकरण है, जिसका प्रयोग शरीर के अंदर, ज्यादातर हृदय या फेफड़ों में उत्पन्न होने वाली ध्वनियों को सुनने के लिए किया जाता है। रोगी के दिल की धड़कन वाक् ध्वनि के कई परावर्तनों के द्वारा चिकित्सक के कानों तक पहुँचती है।
- कॉन्सर्ट हॉल, कॉन्फ्रेंस हॉल और सिनेमा हॉल की छतें ज्यादातर घुमावदार होती हैं ताकि परावर्तन के बाद ध्वनि हॉल के सभी कोनों तक पहुँच सके।

अवश्रव्य और श्रव्य ध्वनियाँ

- 20 कंपन प्रति सेकंड (20 हर्ट्ज) से कम आवृत्तियों की ध्वनियाँ मानव कान द्वारा नहीं सुनी जा सकती हैं। ऐसी ध्वनियों को 'अवश्रव्य ध्वनियाँ' (Inaudible Sounds) कहा जाता है। इसी प्रकार 20,000 कंपन प्रति सेकंड (20 kHz) से अधिक आवृत्तियों की ध्वनियाँ भी मानव कान के लिए श्रव्य नहीं होती हैं। इस प्रकार मानव कान के लिए श्रव्य आवृत्तियों की सीमा लगभग 20 से 20,000 हर्ट्ज तक होती है।
- पाँच वर्ष से कम आयु के बच्चे और कुछ पशु, जैसे कुत्ते 25 kHz (1 kHz = 1000 हर्ट्ज) तक की ध्वनि सुन सकते हैं। जैसे-जैसे लोग बड़े होते हैं, उनके कान उच्च आवृत्तियों के प्रति कम संवेदनशील होते जाते हैं।



चित्र 5.8: किसी बड़े हॉल में प्रयुक्त ध्वनि पट्ट

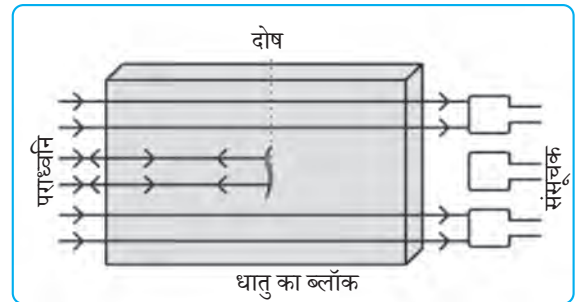
- गेंडे 5 हर्ट्ज जितनी कम आवृत्ति की अवश्रव्य ध्वनि का उपयोग करके संचार करते हैं। व्हेल और हाथी अवश्रव्य ध्वनि उत्पन्न करते हैं।
- 20 kHz से अधिक आवृत्तियों को पराश्रव्य ध्वनि या पराध्वनि कहा जाता है। पराध्वनि को डॉल्फिन, चमगादड़ और पॉरपॉइज जैसे पशुओं द्वारा उत्पन्न किया जाता है।

पराध्वनि और उसके अनुप्रयोग

- **पराध्वनि (Ultrasounds)** उच्च आवृत्ति वाली तरंगें हैं। ये अवरोधों की उपस्थिति में भी एक निश्चित पथ पर गमन कर सकती हैं। पराध्वनि का उपयोग उद्योगों और चिकित्सा उद्देश्यों के लिए बड़े स्तर पर किया जाता है।
- इसका उपयोग उन जगहों को साफ करने के लिए किया जाता है, जहाँ पहुँचना मुश्किल होता है, उदाहरण के लिए सर्पिल ट्यूब, विषम आकार के हिस्से, इलेक्ट्रॉनिक घटक आदि। साफ की जाने वाली वस्तुओं को एक सफाई घोल में रखा जाता है और पराध्वनि तरंगों को घोल में भेजा जाता है। उच्च आवृत्ति के कारण धूल, तेल और गंदगी के कण अलग हो जाते हैं और बाहर गिर जाते हैं।
- इसका उपयोग इमारतों, पुलों, मशीनों और वैज्ञानिक उपकरणों जैसे बड़े ढाँचों के निर्माण में धातु के ब्लॉकों में दरारों एवं दोषों का पता लगाने के लिए किया जा सकता है। पराध्वनि तरंगों को धातु के ब्लॉक से गुजरने दिया जाता है और प्रेषित तरंगों का पता लगाने के लिए डिटेक्टरों का उपयोग किया जाता है। यदि कोई छोटा सा भी दोष है, तो पराध्वनि वापस परावर्तित हो जाती है, जो दोष या दोष की उपस्थिति का संकेत देता है।
- पराध्वनि तरंगों को हृदय के विभिन्न भागों से परावर्तित करके हृदय की छवि बनाई जाती है। इस तकनीक को **‘इकोकार्डियोग्राफी’ (Echocardiography)** कहा जाता है।
- अल्ट्रासाउंड स्कैनर (Ultrasound Scanner) एक ऐसा उपकरण है, जो मानव शरीर के आंतरिक अंगों की तस्वीरें लेने के लिए अल्ट्रासोनिक तरंगों का उपयोग करता है। यह चिकित्सक को असामान्यताओं का पता लगाने में मदद करता है, जैसे पित्ताशय और गुर्दे में पथरी या विभिन्न अंगों में ट्यूमर। इस तकनीक में अल्ट्रासोनिक तरंगें शरीर के ऊतकों से होकर गुजरती हैं और उस क्षेत्र से परावर्तित होती हैं, जहाँ ऊतक घनत्व में परिवर्तन होता है। तथा अंगों की तस्वीरें बनाने के लिए **अल्ट्रासोनोग्राफी (Ultrasonography)** का उपयोग किया जाता है।
- अल्ट्रासाउंड का उपयोग गर्भावस्था के दौरान भ्रूण की जाँच के लिए भी किया जाता है ताकि जन्मजात दोषों और विकास संबंधी असामान्यताओं का पता लगाया जा सके। अल्ट्रासाउंड का उपयोग गुर्दे में बनने वाले छोटे ‘पथरों’ को बारीक कणों में तोड़ने के लिए किया जा सकता है। ये कण बाद में मूत्र के साथ बाहर निकल जाते हैं।

विचारणीय बिंदु

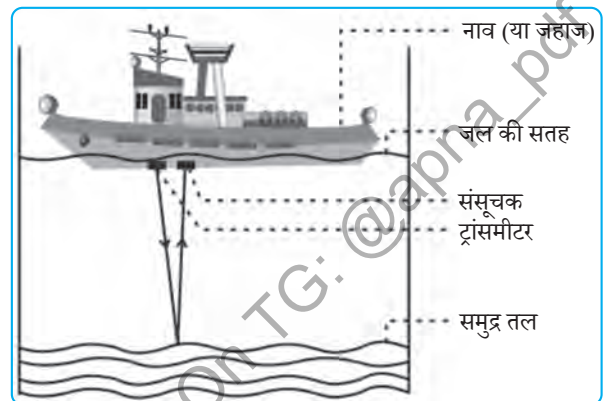
क्या आप पता लगा सकते हैं कि डॉल्फिन, व्हेल और चमगादड़ किस प्रकार से दिशा निर्देशन करते हैं? उनके पास कौन से शारीरिक अनुकूलन हैं, जो जल एवं वायु में उनके मार्ग या दिशा निर्देशन और अभिविन्यास को सुविधाजनक बनाते हैं?



चित्र 5.9: पराध्वनि धातु ब्लॉक के अंदर दोषपूर्ण स्थानों से परावर्तित होती है

सोनार

- सोनार का अर्थ है- **साउंड नेविगेशन एंड रेंजिंग**। सोनार एक ऐसा उपकरण है, जो जल के नीचे की वस्तुओं की दूरी, दिशा और गति को मापने के लिए अल्ट्रासोनिक तरंगों का प्रयोग करता है। इसमें एक ट्रांसमीटर और एक डिटेक्टर होता है तथा इसे नाव या जहाज में लगाया जाता है।
- ट्रांसमीटर पराध्वनि तरंगों को उत्पन्न एवं संचरण करता है। ये तरंगें जल के माध्यम से गति करती हैं और समुद्र तल पर वस्तु से टकराने के बाद पुनः परावर्तित हो जाती हैं तथा संसूचक द्वारा महसूस की जाती हैं। संसूचक पराध्वनि (अल्ट्रासोनिक) तरंगों को विद्युत संकेतों में परिवर्तित करती है, जिनकी उचित व्याख्या की जाती है। ध्वनि तरंग को परावर्तित करने वाली वस्तु की दूरी की गणना जल में ध्वनि की गति और अल्ट्रासाउंड के संचरण तथा प्राप्ति के बीच के समय अंतराल को जानकर की जा सकती है।



चित्र 5.10: ट्रांसमीटर द्वारा भेजी और संसूचक द्वारा प्राप्त पराध्वनि तरंग

- मान लीजिए कि अल्ट्रासाउंड सिग्नल के संचरण एवं प्राप्ति के बीच का समय अंतराल t है और समुद्री जल के माध्यम से ध्वनि की गति v है, तब अल्ट्रासाउंड द्वारा तय की गई कुल दूरी, $2d = v \times t$ है। इस विधि को 'इको-रेंजिंग' (Echo-ranging) कहा जाता है।
- सोनार तकनीक का उपयोग समुद्र की गहराई निर्धारित करने और जल के नीचे की पहाड़ियों, घाटियों, पनडुब्बियों, हिमखंडों, डूबे हुए जहाजों आदि का पता लगाने के लिए किया जाता है।

ध्वनि प्रदूषण

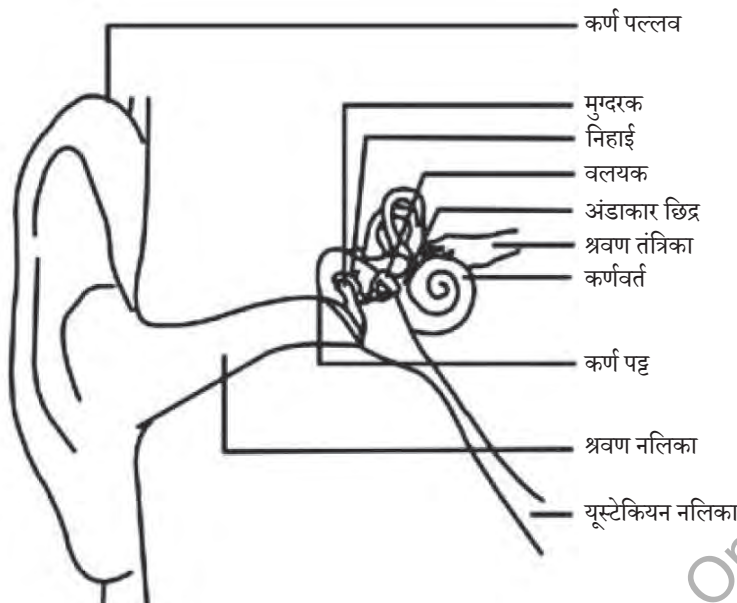
- वातावरण में अत्यधिक या अवांछित ध्वनियों की उपस्थिति को ध्वनि प्रदूषण कहा जाता है। ध्वनि प्रदूषण के मुख्य कारण वाहनों की आवाज, पटाखे फोड़ने सहित विस्फोट, मशीनें, लाउडस्पीकर आदि हैं। टेलीविजन और ट्रांजिस्टर रेडियो, कुछ रसोई उपकरण, डेजर्ट कूलर और एयर कंडीशनर आदि का अधिक उपयोग ध्वनि प्रदूषण को उत्पन्न करता है।
- ध्वनि प्रदूषण के कारण नींद की कमी, उच्च रक्तचाप (हाई ब्लड प्रेशर), चिंता और कई अन्य स्वास्थ्य संबंधी समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। लगातार तेज आवाज सुनने से, सुनने की क्षमता में अस्थायी या स्थायी कमी भी हो सकती है।

ध्वनि प्रदूषण को कम करने के उपाय

- ध्वनि प्रदूषण को नियंत्रित करने के लिए शोर के स्रोतों को नियंत्रित किया जाना चाहिए। इसके लिए विमान के इंजन, परिवहन संसाधनों, औद्योगिक मशीनों और घरेलू उपकरणों में साइलेंसिंग डिवाइस लगाए जाने चाहिए।
- सभी शोरगुल वाले कार्य अधिक जनसंख्या वाले क्षेत्र से दूर किए जाने चाहिए। शोर उत्पन्न करने वाले उद्योगों को ऐसे क्षेत्रों से दूर स्थापित किया जाना चाहिए। टीवी और म्यूजिक सिस्टम को कम आवाज में चलाया जाना चाहिए।
- सड़कों और इमारतों के आस-पास पेड़ लगाए जाने चाहिए ताकि निवासियों तक पहुँचने वाली आवाज कम हो सके, जिससे ध्वनि प्रदूषण के हानिकारक प्रभावों को कम किया जा सके।

कान

- कान के बाहरी हिस्से का आकार एक कीप जैसा होता है। जब ध्वनि इसमें प्रवेश करती है, तो यह एक नली से होकर नीचे जाती है जिसके अंत में एक पतली फैली हुई झिल्ली होती है। इसे **कर्ण पटह (Eardrum)** कहते हैं।
- कर्ण पटह (Eardrum)** एक फैली हुई रबर शीट की तरह होता है। ध्वनि कंपन **कर्ण पटह** को कंपित करते हैं। **कर्ण पटह** कंपन को आंतरिक कान तक भेजता है। वहाँ से संकेत मस्तिष्क तक जाता है और इस तरह हम सुनते हैं।



चित्र 5.11: मानव कान के श्रवण भाग

श्रवण क्षति

पूर्णतः श्रवण क्षति, जो दुर्लभ है, आमतौर पर जन्म से ही होती है। आंशिक दिव्यांगता आमतौर पर किसी बीमारी, चोट या उम्र का परिणाम होती है। श्रवण बाधित बच्चों को विशेष देखभाल की आवश्यकता होती है। सांकेतिक भाषा सीखने से ऐसे बच्चे प्रभावी ढंग से संवाद कर सकते हैं। चूँकि भाषा सुनने के प्रत्यक्ष परिणाम के रूप में विकसित होती है, इसलिए श्रवण बाधित बच्चे में दोषपूर्ण भाषा भी हो सकती है। श्रवण बाधित व्यक्तियों के लिए तकनीकी उपकरणों ने ऐसे व्यक्तियों के लिए अपने जीवन की गुणवत्ता में सुधार करना संभव बना दिया है। समाज श्रवण बाधित व्यक्तियों के लिए रहने के माहौल को बेहतर बनाने और उन्हें सामान्य जीवन जीने में मदद करने के लिए बहुत कुछ कर सकता है।

कान की मशीन या हियरिंग एड (Hearing Aid)

सुनने की क्षमता में कमी वाले लोगों को **हियरिंग एड या कान की मशीन** की आवश्यकता हो सकती है। हियरिंग एड एक इलेक्ट्रॉनिक बैटरी से चलने वाला उपकरण है। हियरिंग एड माइक्रोफोन के माध्यम से ध्वनि प्राप्त करता है। माइक्रोफोन ध्वनि तरंगों को विद्युत संकेतों में परिवर्तित करता है। इन विद्युत संकेतों को एक एम्पलीफायर द्वारा प्रवर्द्धित किया जाता है। प्रवर्द्धित विद्युत संकेत हियरिंग एड के स्पीकर को दिए जाते हैं। स्पीकर प्रवर्द्धित विद्युत संकेत को ध्वनि में परिवर्तित करता है तथा स्पष्ट सुनने के लिए इसे कान तक भेजता है।

निष्कर्ष

हमारे आस-पास के वातावरण की प्रकृति को समझने के लिए ध्वनि का अध्ययन महत्वपूर्ण है। ध्वनि तरंगों की जटिलताएँ, उनका प्रसार और उनकी चाल को प्रभावित करने वाले कारक ध्वनि को समझने के लिए महत्वपूर्ण हैं। ध्वनि की विशेषताएँ, जैसे- आवृत्ति, आयाम और तरंगदैर्घ्य आदि, यह निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं कि हम विभिन्न ध्वनियों को किस प्रकार से समझते हैं। संचार प्रणालियों से लेकर अल्ट्रासाउंड जैसी चिकित्सा इमेजिंग तकनीकों तक ध्वनि तरंगों का हमारे दैनिक जीवन में व्यापक अनुप्रयोग होता है। ध्वनि के सिद्धांतों को समझना न केवल वैज्ञानिकों और इंजीनियरों के लिए बल्कि कलाकारों, संगीतकारों और ध्वनिकी में रुचि रखने वाले किसी भी व्यक्ति के लिए भी आवश्यक है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **आयाम:** तरंग के विरामावस्था से विस्थापन की सीमा या परिमाण को आयाम कहा जाता है।
- ❖ **आवृत्ति:** एक सेकंड में होने वाले तरंग के दोलनों या चक्रों की संख्या।
- ❖ **हर्ट्ज (Hz):** आवृत्ति का मात्रक, जो प्रति सेकंड एक चक्र को प्रदर्शित करता है।
- ❖ **स्वरयंत्र:** इसे वॉयस बॉक्स के रूप में भी जाना जाता है, यह गले का एक हिस्सा है जिसमें स्वर रज्जु होते हैं और बोलने के लिए महत्वपूर्ण है।
- ❖ **प्रबलता:** ध्वनि की अवधारणात्मक गुणवत्ता, जो इसकी तीव्रता या आयाम से संबंधित है।
- ❖ **शोर:** कोई भी अवांछित या विघटनकारी ध्वनि, जो किसी संदेश के संचार में बाधा उत्पन्न करती है।
- ❖ **दोलन:** माध्य बिंदु के दोनों ओर एक दोहरी गति या कंपन।
- ❖ **तारत्व:** ध्वनि की उच्चता या निम्नता, जो इसकी आवृत्ति द्वारा निर्धारित होती है।
- ❖ **आवर्तकाल:** एक तरंग के एक पूर्ण चक्र की अवधि, जिसे सेकंड में मापा जाता है।
- ❖ **कंपन:** किसी केंद्रीय बिंदु के चारों ओर तीव्र दोलन या कंपन।



पदार्थ

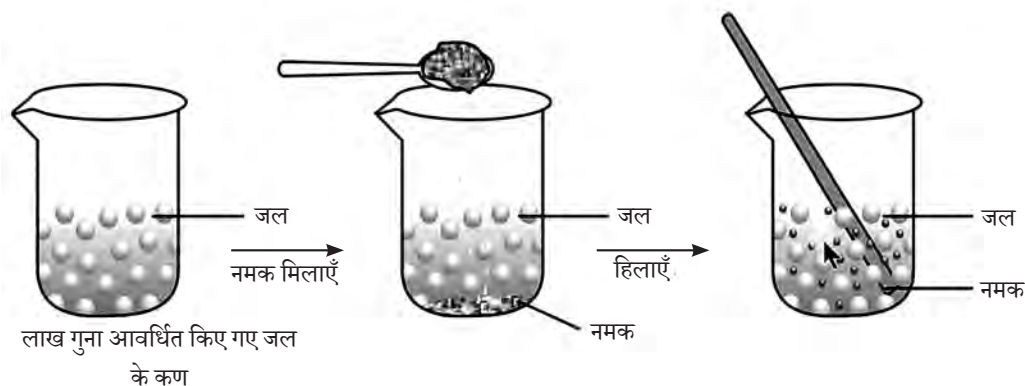
संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-3 तथा कक्षा-IX के अध्याय-1 व 2 का सारांश शामिल है।

परिचय

अपने चारों ओर देखने पर हमें विभिन्न प्रकार की वस्तुएँ नजर आती हैं, जिनका आकार, आकृति और बनावट अलग-अलग होता है। इस विश्व में प्रत्येक वस्तु जिस सामग्री से बनी होती है उसे वैज्ञानिकों ने 'पदार्थ' का नाम दिया। जिस वायु में हम श्वास लेते हैं, जो भोजन हम खाते हैं, पत्थर, बादल, तारे, पौधे एवं पशु, यहाँ तक कि जल की एक बूँद या रेत का एक कण, ये सभी पदार्थ हैं। ध्यान देने योग्य बात यह भी है कि उपर्युक्त सभी वस्तुओं का द्रव्यमान होता है और ये कुछ स्थान (आयतन) घेरती हैं। प्राचीन काल से ही मनुष्य अपने आस-पास के वातावरण को समझने का प्रयास करता रहा है। भारत के प्राचीन दार्शनिकों ने पदार्थ को पाँच मूल तत्वों में वर्गीकृत किया, जिसे 'पंचतत्त्व' कहा गया। ये पंचतत्त्व हैं: **वायु, पृथ्वी, अग्नि, जल और आकाश**। उनके अनुसार, इन्हीं पंचतत्त्वों से मिलकर सभी वस्तुएँ बनी हैं, चाहे वो सजीव हों, या निर्जीव। उस समय के यूनानी दार्शनिकों ने भी पदार्थ को इसी प्रकार वर्गीकृत किया है। आधुनिक वैज्ञानिकों ने पदार्थ को भौतिक गुणधर्म एवं रासायनिक प्रकृति के आधार पर दो प्रकार से वर्गीकृत किया है।

पदार्थ

- पदार्थ अत्यंत सूक्ष्म कणों से बने होते हैं और ये कण इतने सूक्ष्म होते हैं कि हम उन्हें नंगी आँखों से नहीं देख सकते।



चित्र 6.1: जब हम जल में नमक घोलते हैं, तो नमक के कण जल के कणों के बीच के रिक्त स्थानों में समावेशित हो जाते हैं

- (चित्र 6.1) यह दर्शाता है कि पदार्थ की प्रकृति कणिकामय रूप में किस प्रकार की होती है।
- पदार्थ के कण वास्तव में बहुत छोटे होते हैं क्योंकि किसी भी एक क्रिस्टल में लाखों सूक्ष्म कण होते हैं।
- इसे तब देखा जा सकता है जब डेटॉल की एक बूँद जल में डाली जाती है।

पदार्थ के कणों के अभिलाक्षणिक गुण

- **कणों के बीच रिक्त स्थान:** एक प्रकार के पदार्थ के कण दूसरे कणों के मध्य स्थित स्थान में चले जाते हैं, जिससे यह पता चलता है कि पदार्थ के कणों के बीच पर्याप्त स्थान होता है। उदाहरण के लिए, जब हम चाय, कॉफी या नींबू जल बनाते हैं, तो एक प्रकार के पदार्थ के कण दूसरे कणों के मध्य स्थित रिक्त स्थान में चले जाते हैं।

- ❑ **कणों की निरंतर गति:** पदार्थ के कण निरंतर गति करते रहते हैं और यह गति उनमें मौजूद गतिज ऊर्जा के कारण होती है, जो तापमान पर निर्भर करती है।
- ❑ **आकर्षण बल:** पदार्थ के कणों के बीच एक बल कार्य करता है, जो उन्हें एक साथ बांधकर रखता है। इस आकर्षण बल की शक्ति दूसरे प्रकार के पदार्थ में भिन्न होती है।

पदार्थ की अवस्थाएँ

अपने आस पास के पदार्थों को ध्यान से देखें। ये कितने प्रकार के हैं ? हम पाते हैं कि पदार्थ की तीन अलग-अलग अवस्थाएँ होती हैं- ठोस, द्रव और गैस। पदार्थ की ये अवस्थाएँ उसके कणों की विभिन्न विशेषताओं के कारण होती हैं। अब हम पदार्थ की तीनों अवस्थाओं के गुणों का विस्तार से अध्ययन करेंगे।

ठोस अवस्था

- ❑ पदार्थ की एक अवस्था ठोस होती है। ठोस पदार्थ अपनी अवस्था को प्रबल अंतर-आणविक बलों (चित्र 6.2) के साथ बनाए रखते हैं, जो कणों को एक निश्चित स्थिति में रखता है।
- ❑ इसमें निश्चित आकार, स्पष्ट सीमाएँ तथा स्थिर आयतन यानी नगण्य संपीड्यता होती है।

द्रव अवस्था

- ❑ द्रवों का कोई निश्चित आकार नहीं होता, बल्कि उनका आयतन निश्चित होता है।
- ❑ द्रवों में ठोसों की तुलना में दुर्बल अंतर-आणविक बल होते हैं (चित्र 6.2), जिससे वे प्रवाहशील रहते हैं अगर इन्हें किसी बर्तन में रखा जाए तो यह उस बर्तन का आकार लेते हैं।
- ❑ इनकी विसरण दर ठोसों की तुलना में अधिक होती है, क्योंकि द्रव के कण स्वतंत्र रूप से गति करते हैं और ठोसों की तुलना में एक दूसरे के बीच अधिक स्थान रखते हैं।
- ❑ द्रव में ठोस, द्रव और गैस तीनों का विसरण संभव है।

गैसीय अवस्था

- ❑ गैसों का न तो कोई निश्चित आकार होता है और न ही कोई निश्चित आयतन। गैसों में अत्यंत दुर्बल अंतर-आणविक बल होते हैं (चित्र 6.2), जिससे वे बर्तन के पूरे आयतन को भरने के लिए फैल जाते हैं।
- ❑ इनकी उच्च संपीडनशीलता के कारण, गैस के अधिक आयतन को कम आयतन में संपीडित किया जा सकता है (जैसे CNG, एलपीजी सिलेंडर)।
- ❑ गैसों में कण व्यापक रूप से फैले होते हैं और दाब डालते हुए उच्च गति से विचरण करते हैं।

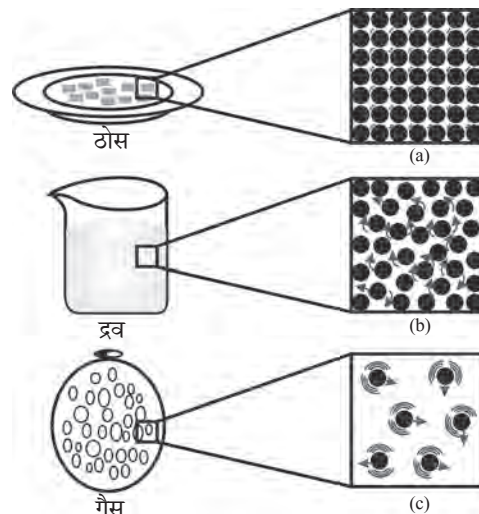
पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन को प्रभावित करने वाले कारक

तापमान:

- ❑ **द्रवीकरण:** ठोस के तापमान को बढ़ाने पर उसके कणों की गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है। गतिज ऊर्जा में वृद्धि होने के कारण कण अधिक तेज़ी से कंपन करने लगते हैं। ऊष्मा के द्वारा प्रदत्त की गई ऊर्जा कणों के बीच के आकर्षण बल को पार कर लेती है। इस कारण कण अपने नियत स्थान को छोड़कर अधिक स्वतंत्र होकर गति करने लगते हैं। एक अवस्था ऐसी आती है, जब ठोस पिघलकर द्रव में परिवर्तित हो जाता है।
- ❑ **गलनांक:** वायुमंडलीय दाब पर वह न्यूनतम तापमान जिस पर कोई ठोस पिघलकर तरल में परिवर्तित हो जाता है, उसे उसका गलनांक कहते हैं। किसी ठोस का गलनांक उसके कणों के बीच आकर्षण बल के सामर्थ्य को दर्शाता है।
- ❑ **संगलन की गुप्त ऊष्मा:** जब कोई ठोस पिघलता है, तो उसका तापमान वही रहता है क्योंकि ऊष्मा का उपयोग कणों के आकर्षण को समाप्त करने के लिए होता है इसलिए तापमान में कोई परिवर्तन नहीं होता है। यह संगलन की गुप्त ऊष्मा होती है जिसे 1 किलोग्राम ठोस को उसके गलनांक पर द्रव में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा के रूप में परिभाषित किया जाता है। इससे ज्ञात होता है कि 0°C (273 K) पर जल के कणों में उसी तापमान पर बर्फ के कणों की तुलना में अधिक ऊर्जा होती है।

विचारणीय बिंदु

पदार्थ की प्रकृति के विषय में दो विचारधाराएँ व्याप्त हैं, एक विचारधारा का मानना था कि पदार्थ लकड़ी के टुकड़े की तरह निरंतर अथवा सतत है एवं दूसरी विचारधारा के अनुसार पदार्थ रेत (कण) जैसे कणों से बना है।



चित्र 6.2: (a), (b) और (c) पदार्थ की तीनों अवस्थाओं के कणों का योजनाबद्ध आवर्धित चित्रण है। तीनों अवस्थाओं में कणों की गति को देखा जा सकता है और उनकी तुलना की जा सकती है।

विचारणीय बिंदु

प्लाज्मा को पदार्थ की चौथी अवस्था माना जाता है जिसका दैनिक जीवन में अवलोकन किया जा सकता है। यह विचार करें कि भौतिक और रासायनिक गुणों की दृष्टि से प्लाज्मा गैस से किस तरह अलग है।



विचारणीय बिंदु

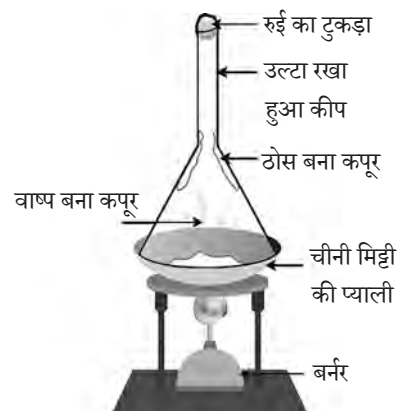
ऊर्ध्वपातन ठोस अवस्था से पदार्थ का गैसीय अवस्था में सीधा रूपांतरण है कृपया उन स्थितियों के बारे में विचार करें जब अवस्था परिवर्तन की यह प्रक्रिया घटित होती है।



- ❑ **वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा:** जब हम जल में ऊष्मीय ऊर्जा देते हैं, तो कण अधिक तेजी से गति करते हैं। एक निश्चित तापमान पर पहुँचकर कणों में इतनी ऊर्जा आ जाती है कि वे परस्पर आकर्षण बल को तोड़कर स्वतंत्र हो जाते हैं। इस तापमान पर द्रव गैस में बदलना शुरू हो जाता है। इस संक्रमण के दौरान तापमान नियत बना रहता है, तथा अतिरिक्त ऊर्जा कणों द्वारा अवशोषित कर ली जाती है, इसे **वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा** कहा जाता है।
- ❑ **क्वथनांक:** वायुमंडलीय दाब पर जिस तापमान पर द्रव गैस में परिवर्तित होना शुरू होता है, उसे उसका **क्वथनांक** कहते हैं।
- ❑ **उर्ध्वपातन:** द्रव अवस्था में परिवर्तित हुए बिना ठोस अवस्था से सीधे गैस में बदलने की प्रक्रिया को **उर्ध्वपातन** कहते हैं।
- ❑ **निक्षेपण:** जब कोई पदार्थ सीधे गैस से ठोस में बदल जाता है, तो इस प्रक्रिया को **निक्षेपण** कहते हैं।

दाब परिवर्तन का प्रभाव

दाब बढ़ाने और तापमान कम करने से गैसें द्रवीभूत हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, ठोस कार्बन डाइऑक्साइड (जिसे सूखी बर्फ के रूप में जाना जाता है) बिना तरल अवस्था में परिवर्तित हुए वायुमंडलीय दाब पर सीधे गैसीय अवस्था में परिवर्तित हो जाती है। इसलिए, हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि दाब और तापमान किसी पदार्थ की अवस्था निर्धारित करते हैं, चाहे वह ठोस, तरल या गैस हो।



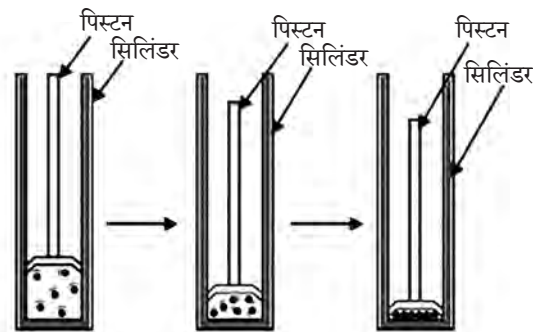
चित्र 6.3: कपूर का उर्ध्वपातन

वाष्पीकरण

द्रव पदार्थ के क्वथनांक से नीचे किसी भी तापमान पर वाष्प में बदलने की प्रक्रिया को **वाष्पीकरण** कहते हैं। यह तब होता है जब सतह पर मौजूद कणों का एक छोटा सा हिस्सा, जिसमें उच्च गतिज ऊर्जा होती है, अन्य कणों के आकर्षण बलों से अलग होकर वाष्प में परिवर्तित हो जाता है।

वाष्पीकरण को प्रभावित करने वाले कारक

- ❑ **सतही क्षेत्र:** वाष्पीकरण की दर सतही क्षेत्र के समानुपाती होती है। उदाहरण के लिए, कपड़ों को जल्दी सुखाने के लिए हम उन्हें फैला देते हैं।
- ❑ **तापमान:** तापमान में वृद्धि के साथ, अधिक कणों को पर्याप्त गतिज ऊर्जा मिलती है, जिससे वे वाष्पीकृत हो जाते हैं।
- ❑ **आर्द्रता:** वायु में विद्यमान जलवाष्प की मात्रा को **आर्द्रता** कहते हैं। किसी निश्चित तापमान पर हमारे आस पास की वायु में एक निश्चित मात्रा में ही जल वाष्प होती है। जब वायु में जल के कणों की मात्रा अधिक होगी तो वाष्पीकरण की दर घट जाएगी।
- ❑ **वायु की गति:** वायु के तेज होने से जलवाष्प के कण वायु के साथ उड़ जाते हैं, जिससे वाष्पीकरण की दर प्रभावित होती है।

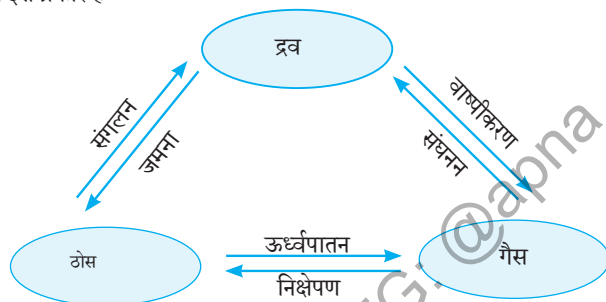


चित्र 6.4: दाब डालने से पदार्थ के कणों को एक दूसरे के समीप लाया जा सकता है

वाष्पीकरण के कारण शीतलन प्रभाव

द्रव के कण वाष्पीकरण के दौरान हुई ऊर्जा की क्षति को पूरा करने के लिए आस-पास की ऊर्जा को अवशोषित करते हैं, जिससे वातावरण का तापमान कम हो जाता है और इसके कारण शीतलन प्रभाव होता है। इस शीतलन प्रभाव के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं

- ❑ गर्मी के दिनों में छतों या खुले क्षेत्रों पर जल छिड़कने से सतह ठंडी हो जाती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि जल में वाष्पीकरण की उच्च गुप्त ऊष्मा होती है और जैसे ही यह वाष्पित होता है, गर्म सतह को प्रभावी रूप से ठंडा कर देता है।
- ❑ **हथेली पर एसीटोन (नेल पॉलिश रिमूवर)** डालने से हथेली ठंडी होने लगती है। एसीटोन हथेली के आस पास से ऊर्जा को अवशोषित करता है, जिससे उसका वाष्पीकरण होता है, जिससे हथेली ठंडी लगती है।
- ❑ **गर्मियों में सूती वस्त्र पहनना:** सूती वस्त्र, जो अपने बेहतरीन जल अवशोषण संबंधी गुणों के लिए जाने जाते हैं, पसीने को सोखने और वायु के संपर्क में आने में मदद करते हैं, जिससे तेजी से वाष्पीकरण होता है और गर्मियों में शीतलन प्रभाव बढ़ता है।
- ❑ किसी बर्तन में हम बर्फयुक्त जल रखते हैं। जल्दी ही बर्तन की बाहरी सतह पर हमें जल की बूँदें नजर आने लगती हैं। वायु में उपस्थित जलवाष्प की ऊर्जा ठंडे जल के संपर्क में आकर कम हो जाती है और यह द्रव अवस्था में बदल जाता है, जो हमें जल की बूँदों के रूप में नजर आता है।



चित्र 6.5: पदार्थ की तीन अवस्थाओं का अंतर-रूपांतरण

संघनन

जलवाष्प का जल में रूपांतरण संघनन कहलाता है। संघनन ऊष्मा के हास के कारण होता है। जब आर्द्र वायु को ठंडा किया जाता है, तो यह एक ऐसे स्तर पर पहुँच जाती है जहाँ इसकी जलवाष्प धारण करने की क्षमता समाप्त हो जाती है। परिणामस्वरूप अतिरिक्त जलवाष्प द्रव रूप में संघनित हो जाता है।

हमारे आस-पास के पदार्थों की शुद्धता

दूध, घी, मक्खन, नमक, मसाले, मिनरल वाटर या जूस जैसे उपभोग्य पदार्थों की शुद्धता का आकलन करते समय, हम प्रायः उनकी पैकेजिंग पर 'शुद्ध' शब्द देखते हैं, लेकिन वैज्ञानिक रूप से ये पदार्थ शुद्ध नहीं हैं, ये मिश्रण हैं उदाहरण के लिए दूध, जल, वसा, प्रोटीन और अन्य पदार्थों का मिश्रण है।

मिश्रण

- ❑ मिश्रण एक या एक से अधिक शुद्ध तत्वों या यौगिकों से मिलकर बना होता है हम जानते हैं कि जल में घुले हुए सोडियम क्लोराइड को वाष्पीकरण या आसवन विधि द्वारा जल से पृथक् किया जा सकता है।
- ❑ उदाहरण के लिए, सोडियम क्लोराइड और चीनी को भौतिक प्रक्रिया द्वारा इसके रासायनिक घटकों में अलग नहीं किया जा सकता है, लेकिन शीतल पेय और मृदा को मिश्रण होने के कारण इसके घटकों में अलग किया जा सकता है।

मिश्रण के प्रकार

मिश्रण बनाने वाले घटकों की प्रकृति के आधार पर, हमारे पास विभिन्न प्रकार के मिश्रण हो सकते हैं।

- ❑ **समांगी मिश्रण:** यह एक ऐसे मिश्रण को संदर्भित करता है जिसमें मिश्रित घटक पूरे मिश्रण में समान रूप से वितरित होते हैं। उदाहरण के लिए, जल में नमक आदि।
- ❑ **विषमांगी मिश्रण:** इनमें मिश्रण के घटक पूरे मिश्रण में समान रूप से वितरित नहीं होते हैं। उदाहरण के लिए, सोडियम क्लोराइड और लोहे के बुरादे आदि का मिश्रण।

विचारणीय बिंदु

जल को एक सार्वभौमिक विलायक माना जाता है, जो इसे प्राकृतिक और साथ ही मानवीय प्रक्रियाओं के लिए महत्वपूर्ण बनाता है। विचार करें कि जल के कौन से गुण इसे इतना अच्छा विलायक बनाते हैं?



विलयन

- ❑ विलयन एक समांगी मिश्रण होता है जिसमें दो या दो से अधिक पदार्थ होते हैं। उदाहरण के लिए, नींबू जल और सोडा जल।
- ❑ प्रायः हम एक विलयन को ऐसे तरल पदार्थ के रूप में विचार करते हैं जिसमें ठोस, द्रव या गैस मिले हों लेकिन प्रकृति में ठोस विलयन (मिश्र धातु) और गैसीय विलयन (वायु) भी होते हैं।
- ❑ विलयन में कण स्तर पर समरूपता मौजूद होती है, जिसका अर्थ है कि घटक समान रूप से वितरित होते हैं। उदाहरण के लिए नींबू जल का स्वाद पूरे विलयन में एक जैसा होता है।

विलयन की संरचना

विलयन में एक विलायक और एक विलेय घटक के रूप में होता है।

- ❑ **विलायक:** प्रायः यह घटक विलयन में बड़ी मात्रा में मौजूद होता है। यह वह घटक होता है जो दूसरे पदार्थ को घोलता है।
- ❑ **विलेय:** सामान्यतः कम मात्रा में मौजूद, यह वह घटक है जो विलायक में घुल जाता है।

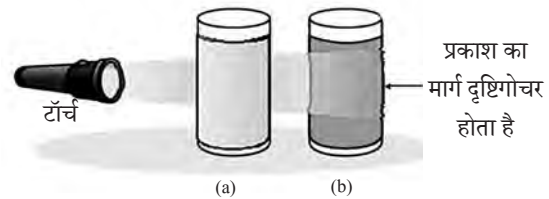
विलयन के गुण

- ❑ यह एक समांगी मिश्रण है, जिसमें कण आकार में छोटे होते हैं (< 1 नैनोमीटर), जिससे वे नम आँखों के लिए अदृश्य हो जाते हैं।
- ❑ बहुत छोटे कण आकार के कारण, वे विलयन से गुजरने वाली प्रकाश की किरण को प्रकीर्णित नहीं करते हैं, इसलिए प्रकाश का मार्ग दिखाई नहीं देता है।
- ❑ चूँकि विलेय कण नीचे नहीं बैठते हैं, इसलिए उन्हें छानने की विधि द्वारा मिश्रण से अलग नहीं किया जा सकता है।

मिश्र धातु: मिश्र धातु दो या अधिक धातुओं या एक धातु और एक अधातु का मिश्रण होती है। उन्हें भौतिक तरीकों से उनके घटकों में अलग नहीं किया जा सकता है। फिर भी, एक मिश्र धातु को मिश्रण माना जाता है क्योंकि यह अपने घटकों के गुणों को दर्शाता है और इसकी संरचना परिवर्तनशील हो सकती है। उदाहरण के लिए, पीतल लगभग 30% जस्ता और 70% ताँबे का मिश्रण है।

विलयन के उदाहरण

- ❑ चीनी के विलयन में चीनी विलेय के रूप में और जल विलायक के रूप में होता है।
- ❑ 'आयोडीन टिंचर', आयोडीन (ठोस) विलेय के रूप में और एल्कोहल (तरल) विलायक के रूप में होता है।
- ❑ सोडा वाटर आदि जैसे वातित पेय, तरल घोल में गैसीय रूप में होते हैं। इनमें कार्बन डाइऑक्साइड (गैस) विलेय के रूप में और जल (द्रव) विलायक के रूप में होता है।
- ❑ वायु गैस में गैस का मिश्रण होता है जिसमें ऑक्सीजन (21%) और नाइट्रोजन (78%) मुख्य घटक होते हैं।



चित्र 6.6: (a) कॉपर सल्फेट का घोल टिंडल प्रभाव नहीं दर्शाता है, (b) जल और दूध का मिश्रण टिंडल प्रभाव दर्शाता है।

विलयन की सांद्रता

- ❑ चूँकि विलयन विलेय और विलायक से बना होता है, इसलिए विलयन की विभिन्न सांद्रताएँ प्राप्त करने के लिए उनके अनुपात में बदलाव किया जा सकता है। विलयन की सांद्रता विलयन की दी गई मात्रा (द्रव्यमान या आयतन) में मौजूद विलेय की मात्रा (द्रव्यमान या आयतन) होती है।

$$\text{विलयन की सांद्रता} = \frac{\text{विलेय की मात्रा}}{\text{विलयन की मात्रा}}$$

- ❑ **संतृप्त विलयन:** किसी विशेष तापमान पर ऐसा विलयन, जिसमें उतना विलेय घुल चुका हो जितना वह घुलने में सक्षम है, संतृप्त विलयन कहलाता है और संतृप्त विलयन में उपस्थित विलेय की मात्रा को उसकी **विलेयता** कहते हैं।
- ❑ **असंतृप्त विलयन:** यदि किसी विलयन में विलेय की मात्रा संतृप्ति स्तर से कम होती है, तो उसे असंतृप्त विलयन कहते हैं।

निलंबन

- ❑ निलंबन एक विषमांगी मिश्रण का उदाहरण है, जहाँ विलेय कण घुलते नहीं हैं, बल्कि माध्यम के भीतर समान रूप से निलंबित रहते हैं। विलयनों के विपरीत, निलंबन में कण नंगी आँखों से दिखाई देते हैं।

निलंबन के गुण

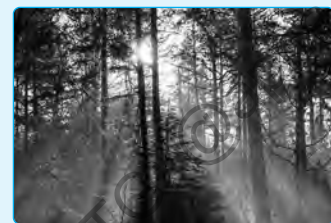
- ❑ यह एक विषमांगी मिश्रण होता है, जिसमें निलंबन के कणों को नम आँखों से देखा जा सकता है।
- ❑ निलंबन के कण अपने से होकर गुजरने वाली प्रकाश की किरण को प्रकीर्णित करते हैं, जिससे उसका मार्ग दिखाई देता है।
- ❑ जब इसे शांत छोड़ देते हैं तब ये कण नीचे की ओर बैठ जाते हैं अर्थात् निलंबन अस्थायी होता है। छानन विधि द्वारा इन कणों को मिश्रण से पृथक् किया जा सकता है।
- ❑ जब कण नीचे बैठ जाते हैं तो निलंबन समाप्त हो जाता है और यह प्रकाश को प्रकीर्णित नहीं करता है।

कोलाइडल विलयन

- ❑ कोलाइडल विलयन एक विषमांगी मिश्रण है, जिसमें छोटे कण होते हैं जो पूरे विलयन में समान रूप से वितरित होते हैं।
- ❑ कोलाइडल विलयन परिक्षिप्त प्रावस्था और परिक्षेपण माध्यम से बनता है। विलेय पदार्थ की तरह का घटक या परिक्षिप्त कण जो कि कोलाइडल रूप में रहता है उसे **परिक्षिप्त प्रावस्था** (Dispersed phase) कहते हैं तथा वह घटक जिसमें परिक्षिप्त प्रावस्था निलंबित रहता है, उसे **परिक्षेपण माध्यम** (Dispersing medium) कहते हैं।

टिंडल प्रभाव

- ❑ हालाँकि कण नम आँखों से दिखाई नहीं देते, लेकिन वे आकार में इतने बड़े होते हैं कि उनसे होकर गुजरने वाली प्रकाश की किरण को प्रकीर्णित कर सकते हैं, इस घटना को 'टिंडल प्रभाव' कहा जाता है।
- ❑ टिंडल प्रभाव को रोजमर्रा की स्थितियों में भी देखा जा सकता है, जैसे कि जब प्रकाश की किरण एक छोटे से छिद्र से कमरे में प्रवेश करती है और वायु में धूल और धुएँ के कण इसे प्रकीर्णित कर देते हैं और जब सूर्य किरणें सघन वन से होकर गुजरती हैं, जहाँ जल की छोटी बूँदों वाली धुंध वायु में फैले कोलाइड के कणों के रूप में कार्य करती है।



चित्र 6.7: टिंडल प्रभाव

टिंडल प्रभाव

- ❑ हालाँकि कण नम आँखों से दिखाई नहीं देते, लेकिन वे आकार में इतने बड़े होते हैं कि उनसे होकर गुजरने वाली प्रकाश की किरण को प्रकीर्णित कर सकते हैं, इस घटना को 'टिंडल प्रभाव' कहा जाता है।

- टिडल प्रभाव को रोजमर्रा की स्थितियों में भी देखा जा सकता है, जैसे कि जब प्रकाश की किरण एक छोटे से छिद्र से कमरे में प्रवेश करती है और वायु में धूल और धुएँ के कण इसे प्रकीर्णित कर देते हैं और जब सूर्य किरणें सघन वन से होकर गुजरती हैं, जहाँ जल की छोटी बूँदों वाली धुंध वायु में फैले कोलाइड के कणों के रूप में कार्य करती है।

कोलाइड के गुण

- यह एक विषमांगी मिश्रण होता है जिसमें कणों का आकार इतना छोटा होता है कि उन्हें नम आँखों से नहीं देखा जा सकता।
- कोलाइड इतने बड़े आकार के कण होते हैं कि वे अपने से होकर गुजरने वाली प्रकाश की किरण को प्रकीर्णित कर देते हैं और उसका मार्ग दिखाई देता है।
- कोलाइड विलयन काफी स्थायी होता है।
- ये छानन विधि द्वारा मिश्रण से पृथक् नहीं किए जा सकते, किंतु एक विशेष विधि अपकेंद्रीकरण तकनीक द्वारा पृथक् किए जा सकते हैं।

तालिका 6.1: कोलाइड के सामान्य उदाहरण

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

भौतिक और रासायनिक परिवर्तन

भौतिक परिवर्तन

इसका तात्पर्य है कि ठोस, द्रव या गैस अवस्था के बीच शुद्ध पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन होना। उदाहरण के लिए, स्टील की टेम्परिंग, क्रिस्टलीकरण और गलने के दौरान भौतिक गुण बदल जाते हैं।

रासायनिक परिवर्तन

कोई भी परिवर्तन जो पदार्थ के रासायनिक गुणों में परिवर्तन करता है और नए पदार्थों का निर्माण करता है, उसे रासायनिक परिवर्तन कहते हैं। जलती हुई मोमबत्ती इसका एक उदाहरण है।

महत्त्वपूर्ण तथ्य

- वर्तमान में ज्ञात तत्वों की संख्या 100 से अधिक है। 92 तत्व प्राकृतिक रूप से पाए जाते हैं और बाकी मानव निर्मित हैं।
- अधिकांश तत्व ठोस हैं।
- कमरे के तापमान पर ग्यारह तत्व गैसीय अवस्था में होते हैं।
- कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में रहने वाले दो तत्व पारा और ब्रोमीन हैं।
- गैलियम और सीज़ियम जैसे तत्व कमरे के तापमान से थोड़ा ऊपर (303 K) तापमान पर द्रव में परिवर्तित हो जाते हैं।

शुद्ध पदार्थ

शुद्ध पदार्थ वे पदार्थ होते हैं जो केवल एक प्रकार के कण से मिलकर बने होते हैं और उनकी एक निश्चित या स्थिर संरचना होती है।

शुद्ध पदार्थ के प्रकार

उनकी रासायनिक संरचना के आधार पर, पदार्थों को तत्वों या यौगिकों के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

तत्व

- रॉबर्ट बायल पहले वैज्ञानिक थे, जिन्होंने सन् 1661 में सर्वप्रथम तत्व शब्द का प्रयोग किया। फ्रांस के रसायनज्ञ एंटीमोनी लॉरेंट लेवोजियर (सन् 1743-सन् 1794) ने सबसे पहले तत्व की परिभाषा को प्रयोग द्वारा प्रतिपादित किया। उनके अनुसार तत्व पदार्थ का वह मूल रूप है जिसे रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा अन्य सरल पदार्थों में विभाजित नहीं किया जा सकता।
- तत्वों को सामान्य रूप से धातु, अधातु और उपधातुओं में विभाजित किया जा सकता है।



धातुओं के गुण

- उनमें चमक होती है।
- उनका रंग चाँदी जैसा सफेद या सुनहरा-पीला होता है।
- वे ऊष्मा और विद्युत का संचालन करते हैं।
- ये नम्य होते हैं (तारों में खींचे जा सकते हैं)।
- उन्हें हथौड़े से पीटकर पतली चादरें बनाई जा सकती हैं।
- वे ध्वनिक होते हैं।
- धातुओं के उदाहरण- सोना, चाँदी, तांबा, लोहा, सोडियम, पोटेशियम आदि। पारा एकमात्र ऐसी धातु है जो कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में होती है।

अधातुओं के गुण

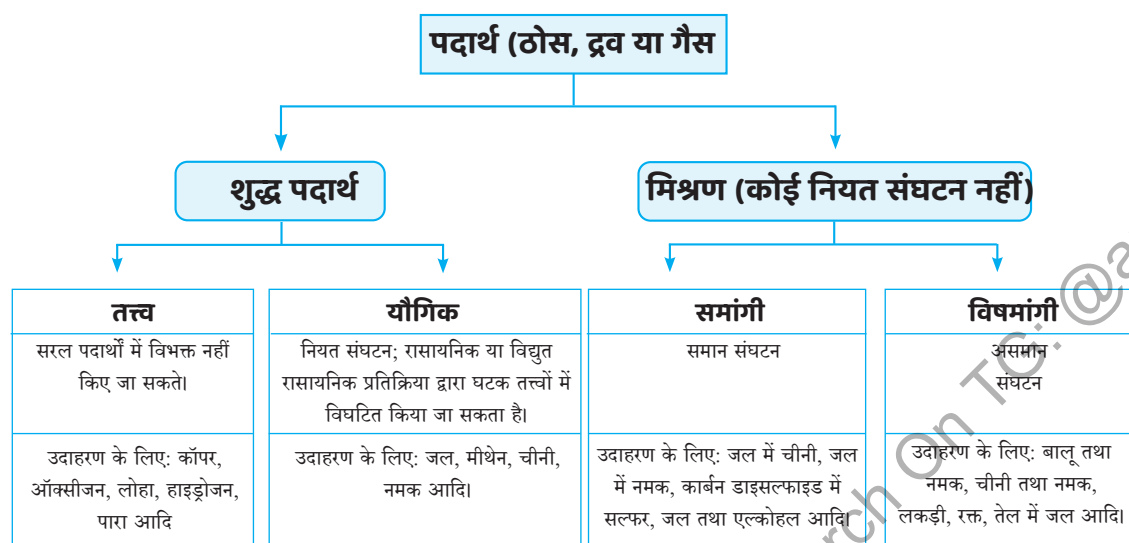
- ये विभिन्न प्रकार के रंग प्रदर्शित करते हैं।
- ये ऊष्मा और विद्युत के सुचालक नहीं होते हैं।
- ये चमकदार या ध्वनिक नहीं होती हैं।
- अधातुओं के उदाहरण हैं- हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, आयोडीन, कार्बन (कोयला, कोक), ब्रोमीन, क्लोरीन आदि।

तालिका 6.2: मिश्रण और यौगिक की तुलना

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

यौगिक

यौगिक वह पदार्थ है जो दो या दो से अधिक तत्त्वों के स्थिर अनुपात में रासायनिक रूप में संयोजन से निर्मित होता है।



पदार्थों का पृथक्करण

- पृथक्करण से तात्पर्य उन प्रक्रियाओं और तकनीकों से है जिनका उपयोग किसी मिश्रण से विशिष्ट घटकों या पदार्थों को अलग करने या निकालने के लिए किया जाता है।
- इन तकनीकों का उपयोग विभिन्न पदार्थों के मिश्रण से पदार्थों को निकालने, और शुद्ध करके प्राप्त करने के लिए किया जाता है। किसी विशेष पृथक्करण विधि का चयन मिश्रण की प्रकृति और पृथक्करण प्रक्रिया के उद्देश्यों पर निर्भर करता है।

पृथक्करण की विधियाँ

- **हाथ से चुनना:** हाथ से चुनना एक पृथक्करण विधि है जो गेहूँ, चावल या दालों जैसे अनाज से अपेक्षाकृत बड़े आकार की अशुद्धियाँ जैसे- गंदगी, पत्थर और भूसी को हटाने के लिए उपयुक्त है। इसमें मिश्रण से अवांछित पदार्थों को हाथ से चुनना और निकालना शामिल है।
- **श्रेसिंग:** श्रेसिंग वह प्रक्रिया है जिसका उपयोग अनाज को डंठलों और पौधों के अन्य भागों से अलग करने के लिए किया जाता है, जहाँ डंठलों को पीटा जाता है ताकि उनमें से अनाज के बीज निकल सके। यह प्रक्रिया मैनुअल रूप से या बैलों की सहायता से की जा सकती है।
- **निष्पावन (विनोडिंग):** विनोडिंग एक ऐसी विधि है जिसमें मिश्रण में हल्के और भारी तत्वों को अलग करने के लिए तीव्र वायु का उपयोग किया जाता है ताकि हल्के घटकों को दूर ले जाया जा सके।
- **चालन:** छलनी का उपयोग तब किया जाता है जब मिश्रण के घटकों का आकार अलग-अलग हो। इस प्रक्रिया में मिश्रण को छलनी से गुजारा जाता है, जो एक जाल या छिद्रित सतह से बना एक उपकरण है। छलनी में जाल या छिद्र छोटे कणों को गुजरने देते हैं।



चित्र 6.8: श्रेसिंग



चित्र 6.9: निष्पावन



चित्र 6.10: चालन

अवसादन, निस्तारण तथा निस्संदन

कभी-कभी मिश्रण के अवयवों को निष्पावन अथवा हस्त चयन द्वारा पृथक् करना संभव नहीं होता। उदाहरण के लिए चावल तथा दाल में धूल, मिट्टी जैसे हल्के कण हो सकते हैं। इसलिए निम्नांकित विधियाँ महत्वपूर्ण हैं:

- **अवसादन:** मिश्रण में जल मिलाने पर भारी अवयवों के नीचे तली में बैठ जाने के प्रक्रम को अवसादन कहते हैं।
- **निस्तारण:** अवसादित मिश्रण को बिना हिलाए जल को मिट्टी सहित उड़ेलने की क्रिया को निस्तारण कहते हैं।



चित्र 6.11: अवसादन और निस्तारण द्वारा मिश्रण के दो घटकों को अलग करना

- इसी सिद्धांत का उपयोग दो तरल पदार्थों के मिश्रण को अलग करने के लिए किया जाता है जो एक दूसरे के साथ मिश्रित नहीं होते हैं, उदाहरण के लिए तेल और जल का मिश्रण।
- **निस्संदन:** निस्संदन एक प्रक्रिया है जिसका उपयोग तरल या गैसीय मिश्रण से ठोस कणों को अलग करने के लिए किया जाता है।

निष्कर्ष

पदार्थ की अवस्थाओं का अध्ययन हमारे भौतिक विश्व की आकर्षक स्वरूप को स्पष्ट करता है। पदार्थ तीन प्राथमिक अवस्थाओं में उपस्थित है: ठोस, द्रव और गैस। प्रत्येक अवस्थाओं को कणों की व्यवस्था और व्यवहार द्वारा परिभाषित किया जाता है। तापमान और दबाव में परिवर्तन इन अवस्थाओं के बीच संक्रमण को प्रदर्शित कर सकते हैं, जो पदार्थ पर ऊर्जा के गहन प्रभाव का उदाहरण प्रस्तुत करते हैं। वाष्पीकरण, संघनन और संगलन ऐसी मूल प्रक्रियाएँ हैं जो इन संक्रमणों को रेखांकित करती हैं। इसके अतिरिक्त, ऊर्ध्वपातन और निक्षेपण जैसी अन्य घटनाएँ भी अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। पदार्थ की इन अवस्थाओं की समझ न केवल हमारे वैज्ञानिक ज्ञान को समृद्ध करती है, बल्कि इनका रसायन विज्ञान से लेकर दैनिक जीवन तक विविध क्षेत्रों में व्यावहारिक अनुप्रयोग भी है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **ऊर्ध्वपातन:** यह ठोस का द्रव अवस्था में परिवर्तित हुए सीधे गैसीय अवस्था में परिवर्तन है।
- ❖ **निक्षेपण:** पदार्थ का बिना द्रव अवस्था में परिवर्तित हुए गैसीय अवस्था से सीधे ठोस अवस्था में परिवर्तन है।
- ❖ **क्वथनांक:** यह एक समष्टि परिघटना है जिसमें पदार्थ के कण द्रव अवस्था से वाष्प में परिवर्तित होते हैं।
- ❖ **वाष्पीकरण:** यह एक सतही परिघटना है। सतह के कण पर्याप्त ऊर्जा ग्रहण कर उनके बीच के परस्पर आकर्षण बलों को पार कर लेते हैं और द्रव को वाष्प अवस्था में परिवर्तित कर देते हैं।
- ❖ **विलयन:** यह दो या दो से अधिक पदार्थों का एक समांगी मिश्रण है। विलयन के बड़े घटक को विलायक और छोटे घटक को विलेय कहा जाता है।
- ❖ **तत्त्व:** यह पदार्थ का एक रूप है जिसे रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा सरल पदार्थों में विखंडित नहीं किया जा सकता है।
- ❖ **यौगिक:** यह दो या दो से अधिक विभिन्न प्रकार के तत्वों से बना पदार्थ है, जो रासायनिक रूप से एक निश्चित अनुपात में होते हैं।
- ❖ **निलंबन:** वह पदार्थ जो विलायक में अघुलनशील तथा आँखों से देखा जा सकता है, निलंबन कहलाता है। निलंबन एक विषमांगी मिश्रण होता है।
- ❖ **वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा:** यह ऊष्मा की वह मात्रा है जो 1 किलोग्राम द्रव को वायुमंडलीय दाब और द्रव के क्वथनांक पर गैसीय अवस्था में परिवर्तन करने हेतु आवश्यक होती है।
- ❖ **संगलन की गुप्त ऊष्मा:** यह 1 किलोग्राम ठोस को उसके गलनांक पर द्रव में परिवर्तित करने हेतु आवश्यक ऊष्मा की मात्रा है।





परमाणु एवं अणु

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-IX के अध्याय 3 और 4 का सारांश शामिल है।

परिचय

प्राचीन काल में भारतीय और यूनानी दार्शनिकों ने हमेशा पदार्थ के अज्ञात और अदृश्य स्वरूप के बारे में विचार किया है। लगभग 500 ईसा पूर्व भारत में पदार्थ की विभाज्यता के मत पर विचार किया गया था। परमाणु और अणु पदार्थ के मूलभूत घटक हैं। इस अध्याय में आप ऐसे प्रश्नों के उत्तर जानेंगे, जैसे कि एक तत्त्व का परमाणु दूसरे तत्त्व के परमाणु से किस प्रकार भिन्न होता है और क्या परमाणु वास्तव में अविभाज्य हैं? इसके अलावा हम विभिन्न मॉडलों पर गौर करेंगे, जो इन अवधारणाओं को समझाने के लिए प्रस्तावित किए गए हैं कि ये कण परमाणु के भीतर कैसे व्यवस्थित होते हैं और परमाणुओं की संरचना क्या है।

रासायनिक संयोजन के नियम

- भारतीय दार्शनिक **महर्षि कणाद** ने यह माना कि यदि हम पदार्थ को विभाजित करते रहेंगे, तो एक ऐसी अवस्था आएगी जब आगे विभाजन संभव नहीं होगा। उन्होंने इन सबसे छोटे कणों का नाम **‘परमाणु’** रखा।
- एक अन्य भारतीय दार्शनिक पाकुधा कात्यायन ने इस सिद्धांत को विस्तृत रूप से समझाया और कहा, कि ये कण सामान्यतः संयुक्त रूप में मौजूद होते हैं जो हमें पदार्थ के विभिन्न रूप प्रदान करते हैं।
- यूनानी दार्शनिकों- **डेमोक्रीटस और ल्यूसिपस** ने सुझाव दिया कि यदि हम पदार्थ को विभाजित करते रहें, तो एक अवस्था ऐसी आएगी जब प्राप्त कणों को और विभाजित नहीं किया जा सकेगा तथा डेमोक्रीटस ने इन अविभाज्य कणों को **परमाणु (अर्थात् अविभाज्य)** कहा। यह सब केवल दार्शनिक विचारों पर आधारित था।
- 18वीं शताब्दी के अंत तक वैज्ञानिकों ने तत्त्वों और यौगिकों के बीच अंतर को पहचान लिया एवं यह पता लगाना शुरू कर दिया कि तत्त्व कैसे और क्यों संयोजित होते हैं और जब वे संयोजित होते हैं तो क्या घटित होता है।
- एंटोनी एल. लैवोजियर ने रासायनिक संयोजन के दो महत्वपूर्ण नियमों की स्थापना करके रासायन विज्ञान की नींव रखी। निम्नलिखित दो नियम लैवोजियर और जोसेफ एल. प्राउस्ट द्वारा अनेक प्रयोगों के बाद स्थापित किए गए थे।

द्रव्यमान संरक्षण का नियम

- इस नियम के अनुसार किसी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो सृजन किया जा सकता है और न ही विनाश।

स्थिर अनुपात का नियम या निश्चित अनुपात का नियम

- लैवोजियर ने अन्य वैज्ञानिकों के साथ मिलकर यह ज्ञात किया कि यौगिक दो या दो से अधिक तत्त्वों से निर्मित होता है। इस प्रकार प्राप्त यौगिकों में, इन तत्त्वों का अनुपात स्थिर होता है चाहे इसे किसी स्थान से प्राप्त किया गया हो अथवा किसी ने भी इसे बनाया हो।
- इस नियम को प्राउस्ट ने इस प्रकार बताया था: “रासायनिक पदार्थ में तत्त्व हमेशा द्रव्यमान के अनुसार निश्चित अनुपात में मौजूद होते हैं।” उदाहरण के लिए, जल जैसे यौगिक में यदि 9 ग्राम जल विघटित होता है, तो 1 ग्राम हाइड्रोजन और 8 ग्राम ऑक्सीजन हमेशा प्राप्त होते हैं। अर्थात् हाइड्रोजन के द्रव्यमान और ऑक्सीजन के द्रव्यमान का अनुपात हमेशा 1:8 होता है। इसी प्रकार अमोनिया में, नाइट्रोजन और हाइड्रोजन हमेशा द्रव्यमान के अनुसार 14:3 के अनुपात में मौजूद होते हैं।
- इसे समझाने के लिए ब्रिटिश रासायन विज्ञानी जॉन डाल्टन ने पदार्थ की प्रकृति के बारे में मूल सिद्धांत का प्रतिपादन किया गया।

डाल्टन का परमाणु सिद्धांत

डाल्टन के परमाणु सिद्धांत ने द्रव्यमान संरक्षण के नियम और निश्चित अनुपात के नियम के लिए एक व्याख्या प्रदान की। सिद्धांत के अनुसार, सभी पदार्थ चाहे वह तत्त्व हो, यौगिक हो या मिश्रण हो, सूक्ष्म कणों से बने होते हैं जिन्हें 'परमाणु' कहा जाता है।

इस सिद्धांत के प्रमुख बिंदु इस प्रकार हैं:

- सभी पदार्थ बहुत छोटे कणों से बने होते हैं, जिन्हें परमाणु कहा जाता है, जो रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेते हैं।
- परमाणु अविभाज्य सूक्ष्मतम कण होते हैं, जो रासायनिक अभिक्रिया में न तो सृजित होते हैं, न ही उनका विनाश होता है।
- दिए गए तत्त्व के सभी परमाणुओं के द्रव्यमान और रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं।
- भिन्न-भिन्न तत्त्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान और रासायनिक गुणधर्म भिन्न-भिन्न होते हैं।
- परमाणु छोटे पूर्ण संख्याओं के अनुपात में संयोजित होकर यौगिक बनाते हैं।
- किसी दिए गए यौगिक में परमाणुओं की सापेक्ष संख्या एवं प्रकार निश्चित होते हैं।



चित्र 7.1: जॉन डाल्टन

जॉन डाल्टन का जन्म 1766 ई. में इंग्लैंड में एक गरीब बुनकर परिवार में हुआ था। उन्होंने 12 वर्ष की अवस्था में एक शिक्षक के रूप में अपना करियर शुरू किया और सात वर्ष बाद वे एक स्कूल के प्रधानाचार्य बन गए। 1793 ई. में वे एक कॉलेज में गणित, भौतिकी और रसायन विज्ञान पढ़ाने के लिए मैनचेस्टर चले गए। उन्होंने अपना अधिकांश जीवन वहाँ अध्यापन और शोध में बिताया। 1808 ई. में उन्होंने अपना परमाणु सिद्धांत प्रस्तुत किया, जो पदार्थ के अध्ययन में बहुत महत्वपूर्ण साबित हुआ।

पदार्थ में आवेशित कण

- 19वीं सदी के अंत में सबसे बड़ी चुनौती परमाणु की संरचना और उसके गुणों को प्रकाशित करना था।
- परमाणु अविभाज्य नहीं हैं, इसका पहला संकेत स्थैतिक विद्युत और विभिन्न पदार्थों द्वारा विद्युत का संचालन करने की स्थिति का अध्ययन करने से मिलता है। कई वैज्ञानिकों ने परमाणु में आवेशित कणों की उपस्थिति को ज्ञात करने में योगदान दिया।
- 19वीं शताब्दी तक यह जान लिया गया था कि परमाणु साधारण और अविभाज्य कण नहीं है, बल्कि इसमें कम से कम एक अवपरमाणुक कण इलेक्ट्रॉन विद्यमान होता है, जिसका पता **जे. जे. टॉमसन** ने लगाया था।
- इलेक्ट्रॉन की खोज होने से पहले ही **ई. गोल्डस्टीन** ने 1886 ई. में गैस डिस्चार्ज में नए विकिरणों की उपस्थिति की खोज की और उन्हें 'कैनाल किरणें' कहा। ये किरणें धनात्मक आवेशित विकिरण थीं, जिसके कारण अंततः प्रोटॉन नामक एक अन्य अवपरमाणुक कण की खोज हुई (जिसे p^+ के रूप में दर्शाया गया)। इसका आवेश इलेक्ट्रॉन के बराबर लेकिन चिह्न में विपरीत था। इसका द्रव्यमान इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान का लगभग 2000 गुना था।
- प्रोटॉन का द्रव्यमान एक इकाई और आवेश $+1$ माना जाता है, जबकि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान नगण्य माना जाता है और इसका आवेश -1 होता है।
- ऐसा माना गया कि परमाणु प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन से बना होता है, जो परस्पर अपने आवेशों को संतुलित करते हैं।

परमाणु

सभी द्रव्यों की रचनात्मक इकाई परमाणु होती है। ये अत्यंत सूक्ष्म कण होते हैं। किसी तत्त्व के सभी परमाणु समान होते हैं और अलग तत्त्व के परमाणुओं से भिन्न होते हैं। अधिकांश तत्त्वों के परमाणु स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में नहीं रहते हैं। ये 'अणु' या 'आयन' का निर्माण करते हैं। अणु या आयन अत्यधिक संख्या में संयोजित होकर द्रव्य बनाते हैं।

परमाणु का आकार

- परमाणु सूक्ष्म आकार के होते हैं, यहाँ तक कि वे हमारी कल्पना से भी छोटे हो सकते हैं। (तालिका 7.1 देखें)।

परमाणु त्रिज्या को नैनोमीटर (nm) में मापा जाता है।

$$10^{-9} \text{ m} = 1 \text{ nm}$$

$$1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$$

तालिका 7.1: परमाणु का सापेक्ष आकार

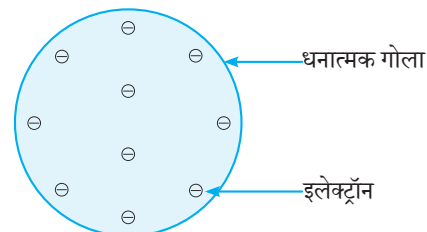
त्रिज्या (मीटर में)	उदाहरण
10^{-10}	हाइड्रोजन परमाणु
10^{-9}	जल अणु
10^{-8}	हीमोग्लोबिन अणु
10^{-4}	रेत का कण
10^{-2}	चींटी
10^{-1}	सेब

परमाणु की संरचना

- परमाणु के अंदर दो मूलभूत कणों (इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन) की खोज डाल्टन के परमाणु सिद्धांत की विफलता का कारण बना।
- कई वैज्ञानिकों ने यह समझने के लिए विभिन्न परमाणु मॉडल प्रस्तावित किए कि इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन परमाणु के अंदर कैसे व्यवस्थित होते हैं।

थॉमसन का परमाणु मॉडल

- थॉमसन ने परमाणुओं की संरचना से संबंधित एक मॉडल प्रस्तुत किया, जो क्रिसमस केक की तरह था। इनके अनुसार परमाणु एक धनावेशित गोला था, जिसमें इलेक्ट्रॉन क्रिसमस केक में लगे सूखे मेवों की तरह थे।
- थॉमसन ने प्रस्तावित किया कि:
 - एक परमाणु में धनात्मक आवेशित क्षेत्र होता है और इलेक्ट्रॉन इसमें अंतर्निहित होते हैं।
 - ऋणात्मक और धनात्मक आवेश परिमाण में समान होते हैं, इसलिए परमाणु विद्युत्-उदासीन होता है।



चित्र 7.2: थॉमसन का परमाणु मॉडल

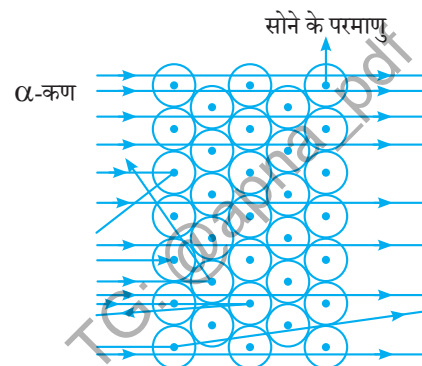
रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल

- अर्नेस्ट रदरफोर्ड ने परमाणु के भीतर इलेक्ट्रॉनों की व्यवस्था जानने के लिए एक प्रयोग किया।
 - इस प्रयोग में तेज गति से चलने वाले अल्फा (α)-कणों को एक पतली सोने की पन्नी पर टकराया गया। रदरफोर्ड ने अपने प्रयोगों द्वारा निम्नलिखित निष्कर्ष प्रस्तावित किए -
 - उन्होंने एक सोने की पन्नी का चयन किया, क्योंकि वह यथासंभव पतली परत चाहते थे और यह सोने की पन्नी लगभग 1000 परमाणुओं के जितनी मोटी थी।
 - α -कण दोहरे आवेश वाले हीलियम आयन (He^{2+}) होते हैं। चूंकि इनका द्रव्यमान $4u$ (परमाणु द्रव्यमान इकाई) होता है, इसलिए तेज गति से चलने वाले α -कणों में काफी मात्रा में ऊर्जा होती है।
 - यह संभावना की जा रही थी कि α -कण सोने के परमाणुओं में अवपरमाणुक कणों द्वारा विक्षेपित हो जाएंगे, चूंकि α -कण प्रोटॉन की तुलना में बहुत भारी थे।
- α -कण प्रकीर्णन प्रयोग ने निम्नलिखित अप्रत्याशित परिणाम प्रदर्शित किए:
 - अधिकतर तेज गति से चलने वाले α -कण सीधे सोने की पन्नी से बिना विपेक्षित हुए निकल गए।
 - कुछ α -कण पन्नी द्वारा छोटे कोणों से विक्षेपित हो गए।
 - हर 12000 कणों में से एक कण वापस आ गया।
- रदरफोर्ड ने α -कण प्रकीर्णन प्रयोग से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाला कि:
 - परमाणु के अंदर का अधिकांश स्थान रिक्त है क्योंकि अधिकांश α -कण बिना विक्षेपित हुए सोने की पन्नी से होकर गुजर गए।
 - बहुत कम कण अपने मार्ग से विक्षेपित हुए, यह दर्शाता है कि परमाणु का धनात्मक आवेश बहुत कम स्थान घेरता है।
 - α -कणों का एक बहुत छोटा अंश 180° से विक्षेपित हुआ, यह दर्शाता है कि सोने के परमाणु का सारा धनात्मक आवेश और द्रव्यमान परमाणु के भीतर बहुत कम आयतन में केंद्रित था।
- उन्होंने यह भी गणना की, कि नाभिक की त्रिज्या परमाणु की त्रिज्या से लगभग 1 लाख (10^5) गुना कम है।
- अपने प्रयोग के आधार पर, उन्होंने 'परमाणु का नाभिकीय मॉडल' प्रस्तुत किया।

ब्रिटिश भौतिकशास्त्री, जे. जे. थॉमसन का जन्म 18 दिसंबर, 1856 में मैनचेस्टर के कीचम हिल क्षेत्र में हुआ था। इलेक्ट्रॉन की खोज के कारण 1906 में उनको भौतिकशास्त्र में नोबेल पुरस्कार मिला। 35 वर्ष तक वे कैम्ब्रिज में कैवेन्डिश प्रयोगशाला के निदेशक थे और उनके शोध के सात सहयोगियों को भी आगे चलकर नोबेल पुरस्कार मिला।



चित्र 7.3: जे. जे. थॉमसन (सन् 1856-1940)



चित्र 7.4: सोने की पन्नी द्वारा α -कणों का प्रकीर्णन

- परमाणु में एक धनात्मक आवेशित केंद्र होता है, जिसे 'नाभिक' कहा जाता है।
- परमाणु का लगभग सारा द्रव्यमान नाभिक में रहता है। इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर वृत्ताकार पथों में चक्कर लगाते हैं।
- नाभिक का आकार परमाणु के आकार की तुलना में बहुत छोटा होता है।
- इलेक्ट्रॉन और नाभिक आपस में स्थिर विद्युत् आकर्षण बलों द्वारा बंधे होते हैं।

❑ रदरफोर्ड के मॉडल की कमियाँ

- इलेक्ट्रॉन का वृत्ताकार कक्षा में चक्कर लगाने से यह निष्कर्ष निकला कि इसका स्थिर होना संभव नहीं है।
- वृत्ताकार कक्षा में कोई भी कण त्वरण से गुजरेगा और ऊर्जा का विकिरण होगा।
- इस प्रकार चक्कर लगाता इलेक्ट्रॉन ऊर्जा खो देगा और अंततः नाभिक में गिर जाएगा।
- यदि ऐसा होता, तो परमाणु अत्यधिक अस्थिर होता और इसलिए पदार्थ उस रूप में मौजूद नहीं होता, जिसे हम जानते हैं। परमाणु स्थिर होते हैं।

नील्स बोर का परमाणविक मॉडल

- रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल के खिलाफ उठाई गई आपत्तियों को दूर करने के लिए, नील्स बोर ने निम्नलिखित अवधारणाएँ प्रस्तुत कीं:
 - इलेक्ट्रॉन केवल कुछ निश्चित कक्षाओं में ही चक्कर लगा सकते हैं, जिन्हें इलेक्ट्रॉन की विवर्तित कक्षा कहते हैं।
 - जब इलेक्ट्रॉन इन विवर्तित कक्षाओं में चक्कर लगते हैं, तो ऊर्जा का विकिरण नहीं होता है। इन कक्षाओं को ऊर्जा स्तर कहा जाता है।
- इन कक्षाओं या कक्षों को K, L, M, N, ... या संख्याओं, $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ द्वारा दर्शाया जाता है।

जेम्स चैडविक

- वर्ष 1932 में जेम्स चैडविक ने एक और अवपरमाणुक कण की खोज की, जिसमें कोई आवेश नहीं था और जिसका द्रव्यमान लगभग प्रोटॉन के बराबर था, जिसे न्यूट्रॉन ('n' के रूप में दर्शाया गया) कहा गया था।
- न्यूट्रॉन हाइड्रोजन को छोड़कर सभी परमाणुओं के नाभिक में मौजूद होते हैं।
- परमाणु का द्रव्यमान नाभिक में मौजूद प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के द्रव्यमान के योग के बराबर होता है।

विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन्स का वितरण

- नील्स बोर और बरी ने परमाणु की विभिन्न कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन्स के वितरण का सुझाव दिया।
- विभिन्न ऊर्जा स्तरों या कक्षों में इलेक्ट्रॉन्स की संख्या लिखने के लिए निम्नलिखित नियमों का पालन किया जाता है:
 - इन नियमों के अनुसार किसी कक्षा में उपस्थित अधिकतम इलेक्ट्रॉन्स की संख्या को सूत्र $2n^2$ से दर्शाया जाता है, जहाँ 'n' कक्षा की संख्या या ऊर्जा स्तर है। इसलिए इलेक्ट्रॉन्स की अधिकतम संख्या पहले कक्ष या K कोश में होगी $= 2 \times 1^2 = 2$, दूसरे कक्ष या L कोश में होगी $= 2 \times 2^2 = 8$, तीसरे कक्ष या M कोश में होगी $= 2 \times 3^2 = 18$, चौथे कक्ष या N कोश में होगी $= 2 \times 4^2 = 32$
- सबसे बाहरी कोश में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या 8 हो सकती है।

उनका जन्म 30 अगस्त, 1871 को स्पिंग ग्रोव में हुआ था। उन्हें परमाणु भौतिकी के 'पिता' के नाम से जाना जाता था। वह रेडियोधर्मिता पर अपने कार्य और सोने की पन्नी के द्वारा परमाणु के नाभिक की खोज के लिए प्रसिद्ध हैं। उन्हें 1908 ई. में रसायन विज्ञान के क्षेत्र में नोबेल पुरस्कार मिला।



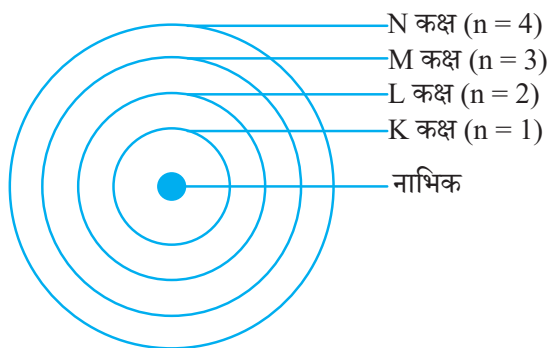
चित्र 7.5: ई. रदरफोर्ड
(सन् 1871-1937)

इनका जन्म 7 अक्तूबर, 1885 को कोपेनहेगन में हुआ था। उन्हें 1916 ई. में कोपेनहेगन विश्वविद्यालय में भौतिकी का प्रोफेसर नियुक्त किया गया और 1922 ई. में परमाणु की संरचना पर उनके कार्य के लिए नोबेल पुरस्कार मिला। प्रोफेसर बोर के विविध लेखों पर आधारित तीन पुस्तकें प्रकाशित हुईं:

- ❑ द थ्योरी ऑफ स्पेक्ट्रा एंड एटॉमिक कॉन्स्टीट्यूशन
- ❑ एटॉमिक थ्योरी
- ❑ द डिस्क्रिप्शन ऑफ नेचर



चित्र 7.6: नील्स बोर
(सन् 1885-1962)



चित्र 7.7: एक परमाणु में कुछ ऊर्जा स्तर

- किसी परमाणु के दिए गए कोश में इलेक्ट्रॉन तब तक स्थान नहीं लेते हैं जब तक कि उससे पहले वाले भीतरी कक्ष पूर्ण रूप से भर नहीं जाते।



Li

Be

B

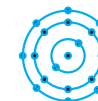
C

N

O

F

Ne



Na

Mg

Al

Si

P

S

Cl

Ar

चित्र 7.8: पहले अठारह तत्वों की परमाणु संरचना

संयोजकता

- किसी परमाणु के सबसे बाह्य कक्ष में उपस्थित इलेक्ट्रॉन्स को संयोजकता इलेक्ट्रॉन कहते हैं।
- यह देखा गया कि तत्वों के परमाणु, जो सबसे बाहरी कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन्स से पूरी तरह भरे होते हैं, कम रासायनिक अभिक्रियाशीलता दिखाते हैं अर्थात् उनकी संयोजन क्षमता या संयोजकता शून्य होती है। इन निष्क्रिय तत्वों में से हीलियम परमाणु के सबसे बाह्य कक्ष में दो इलेक्ट्रॉन होते हैं और अन्य सभी तत्वों के परमाणुओं के सबसे बाहरी कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं।
- तत्वों के परमाणुओं की संयोजन क्षमता अर्थात् समान या भिन्न तत्वों के परमाणुओं के साथ अभिक्रिया करके अणु बनाने की उनकी प्रवृत्ति, इस प्रकार एक पूर्ण रूप से भरे हुए सबसे बाह्य कक्ष को प्राप्त करने के प्रयास के रूप में समझाई गई।
- आठ इलेक्ट्रॉन वाले सबसे बाहरी (बाह्यतम) कक्ष को अष्टक माना जाता है। परमाणु अपने अंतिम कक्ष में अष्टक प्राप्त करने के लिए क्रिया करते हैं। यह आपस में इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी करने, उनको ग्रहण करने या उनका त्याग करने से होता है।
- परमाणु के बाह्यतम कक्ष में इलेक्ट्रॉन्स के अष्टक बनाने के लिए जितनी संख्या में इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी या स्थानांतरण होता है, वही उस तत्व की संयोजकता-शक्ति अर्थात् संयोजकता होती है। उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन, लीथियम या सोडियम प्रत्येक के परमाणुओं के बाह्यतम कक्ष में एक-एक इलेक्ट्रॉन होता है। अतः यह एक इलेक्ट्रॉन का त्याग कर सकते हैं। इसलिए उनकी संयोजकता एक (1) कही जाती है। मैग्नीशियम और एल्युमीनियम की संयोजकता क्रमशः 2 और 3 होती है क्योंकि मैग्नीशियम के बाह्यतम कक्ष में 2 तथा एल्युमीनियम के 3 इलेक्ट्रॉन होते हैं।
- अगर किसी परमाणु के सबसे बाह्य कक्ष में इलेक्ट्रॉन्स की संख्या उसकी अष्टक के समीप है, तो संयोजकता एक अलग तरीके से निर्धारित की जाती है। उदाहरण के लिए फ्लोरीन परमाणु के सबसे बाह्य कक्ष में 7 इलेक्ट्रॉन हैं और सात इलेक्ट्रॉन खोने के बजाय एक इलेक्ट्रॉन प्राप्त करना आसान है। इसलिए फ्लोरीन की संयोजकता 1 है।

विचारणीय बिंदु

अक्रिय गैसों (Inert Gases) तत्वों का एक समूह है, जिनकी अभिक्रियाशीलता बहुत कम होती है और वे स्वतंत्र परमाणुओं के रूप में मौजूद होते हैं। विचार करें कि उनकी संरचना का कौन-सा गुण उन्हें निष्क्रिय बनाता है और उनके उपयोग बताएं।



तालिका 7.2: विभिन्न कक्षों में इलेक्ट्रॉन्स के वितरण के साथ पहले 18 तत्वों के परमाणुओं का संयोजन

तत्व का नाम	प्रतीक	परमाणु संख्या	प्रोटॉन्स की संख्या	न्यूट्रॉन्स की संख्या	इलेक्ट्रॉन्स की संख्या	इलेक्ट्रॉन्स का वितरण				संयोजकता
						K	L	M	N	
हाइड्रोजन	H	1	1	-	1	1	-	-	-	1
हीलियम	He	2	2	2	2	2	-	-	-	0
लीथियम	Li	3	3	4	3	2	1	-	-	1
बेरिलियम	Be	4	4	5	4	2	2	-	-	2
बोरॉन	B	5	5	6	5	2	3	-	-	3
कार्बन	C	6	6	6	6	2	4	-	-	4

नाइट्रोजन	N	7	7	7	7	2	5	-	-	3
ऑक्सीजन	O	8	8	8	8	2	6	-	-	2
फ्लोरीन	F	9	9	10	9	2	7	-	-	1
नियॉन	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-	0
सोडियम	Na	11	11	12	11	2	8	1	-	1
मैग्नीशियम	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
एल्युमीनियम	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
सिलिकॉन	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
फॉस्फोरस	P	15	15	16	15	2	8	5	-	3, 5
सल्फर	S	16	16	16	16	2	8	6	-	2
क्लोरीन	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-	1
आर्गन	Ar	18	18	22	18	2	8	8	-	0

विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के प्रतीक

- डाब्लिन प्रथम वैज्ञानिक थे, जिन्होंने तत्वों के लिए प्रतीकों का प्रयोग किया।
- जब उन्होंने किसी तत्व के लिए प्रतीक का प्रयोग किया तो उनका आशय उस तत्व की एक निश्चित मात्रा से भी था, यानी उस तत्व का एक परमाणु।
- बर्जिलियस ने सुझाव दिया कि प्रतीक तत्व के नाम के एक या दो अक्षरों से बनाए जाएँ।
- शुरुआत में, तत्वों के नाम उस जगह के नाम से लिए गए थे जहाँ वे पहली बार पाए गए थे, जैसे- कॉपर नाम साइप्रस से लिया गया था।
- कुछ नाम विशिष्ट रंगों से लिए गए थे, जैसे- गोल्ड अंग्रेजी शब्द से लिया गया था जिसका अर्थ पीला होता है।
- वर्तमान में IUPAC (इंटरनेशनल यूनियन ऑफ प्योर एंड एप्लाइड केमिस्ट्री) एक अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक संगठन है, जो तत्वों के नाम, प्रतीकों और मात्रकों को स्वीकृति देता है।
- कई प्रतीक तत्व के नाम के पहले एक या दो अक्षर अंग्रेजी में होते हैं, जैसे- हाइड्रोजन (H), एल्युमीनियम (Al), कोबाल्ट (Co)।
- कुछ तत्वों के प्रतीक नाम के पहले अक्षर और नाम में बाद में आने वाले अक्षर से बनते हैं, जैसे- क्लोरीन (Cl), जिंक (Zn) आदि।
- अन्य प्रतीक तत्वों के लैटिन, जर्मन या ग्रीक नामों से लिए गए हैं। उदाहरण के लिए, लोहे का प्रतीक Fe है जो इसके लैटिन नाम फेरम से लिया गया है, सोडियम का प्रतीक Na है जो नेट्रियम से लिया गया है, पोटेशियम का प्रतीक K है जो कैलियम से लिया गया है।



हाइड्रोजन



फॉस्फोरस



कॉपर



गोल्ड



कार्बन



सल्फर



लेड



प्लेटिना



ऑक्सीजन



आयरन



सिल्वर



मर्करी

चित्र 7.9: डाब्लिन द्वारा प्रस्तावित प्रतीक

तालिका 7.3: कुछ प्रमुख तत्वों के प्रतीक

तत्व	प्रतीक	तत्व	प्रतीक	तत्व	प्रतीक
एल्युमीनियम	Al	कॉपर	Cu	नाइट्रोजन	N
आर्गन	Ar	फ्लोरीन	F	ऑक्सीजन	O
बेरियम	Ba	गोल्ड	Au	पोटेशियम	K
बोरॉन	B	हाइड्रोजन	H	सिलिकॉन	Si
ब्रोमीन	Br	आयोडीन	I	सिल्वर	Ag
कैल्शियम	Ca	आयरन	Fe	सोडियम	Na
कार्बन	C	लेड	Pb	सल्फर	S
क्लोरीन	Cl	मैग्नीशियम	Mg	यूरेनियम	U
कोबाल्ट	Co	नियोन	Ne	जिंक	Zn

परमाणु संबंधी प्रमुख परिभाषाएँ

परमाणु कक्षांक

- इसे परमाणु के नाभिक में मौजूद प्रोटॉन की संख्या के रूप में परिभाषित किया जाता है।
- किसी तत्व के सभी परमाणुओं की परमाणु संख्या समान होती है, जिसे 'Z' से दर्शाया जाता है।
- वस्तुतः तत्वों को उनके पास मौजूद प्रोटॉन की संख्या से परिभाषित किया जाता है। हाइड्रोजन के लिए $Z = 1$, क्योंकि हाइड्रोजन परमाणु में नाभिक में केवल 1 प्रोटॉन मौजूद होता है। इसी प्रकार कार्बन के लिए, $Z = 6$ आदि।

द्रव्यमान संख्या

- द्रव्यमान संख्या को किसी परमाणु के नाभिक में मौजूद प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की कुल संख्या के योग के रूप में परिभाषित किया जाता है तथा इसे 'A' द्वारा दर्शाया जाता है।
- चूँकि प्रोटॉन और न्यूट्रॉन नाभिक में मौजूद होते हैं, इसलिए उन्हें 'न्यूक्लिऑन' भी कहा जाता है।
- कार्बन का द्रव्यमान $12u$ है क्योंकि इसमें 6 प्रोटॉन और 6 न्यूट्रॉन होते हैं। इसी तरह एल्युमीनियम का द्रव्यमान $27u$ (13 प्रोटॉन + 14 न्यूट्रॉन) है।

समस्थानिक

- समस्थानिक यानी आइसोटोप को एक ही तत्व के परमाणुओं के रूप में परिभाषित किया जाता है, जिनकी परमाणु संख्या समान होती है किंतु द्रव्यमान संख्या भिन्न होती है। उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन परमाणुओं की तीन परमाणु प्रजातियाँ हैं अर्थात् प्रोटियम (${}_1H^1$), ड्यूटेरियम (${}_1H^2$ या D) और ट्रिटियम (${}_1H^3$ या T)। प्रत्येक की परमाणु संख्या 1 है, लेकिन द्रव्यमान संख्या क्रमशः 1, 2 और 3 है।
- इसी प्रकार,
 - कार्बन = ${}_6C^{12}$ और ${}_6C^{14}$
 - क्लोरीन = ${}_{17}Cl^{35}$ और ${}_{17}Cl^{37}$ आदि।
- कई तत्वों में समस्थानिकों का मिश्रण होता है। किसी तत्व का प्रत्येक समस्थानिक एक शुद्ध पदार्थ होता है।
- समस्थानिकों के रासायनिक गुण समान होते हैं, लेकिन उनके भौतिक गुण भिन्न होते हैं। क्लोरीन प्रकृति में दो समस्थानिक रूपों में पाया जाता है, जिनका द्रव्यमान $35u$ और $37u$, 3:1 के अनुपात में होता है।
- किसी भी प्राकृतिक तत्व के परमाणु का द्रव्यमान उस तत्व के सभी प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले परमाणुओं के औसत द्रव्यमान के रूप में लिया जाता है। उदाहरण के लिए, क्लोरीन का औसत द्रव्यमान $35.5u$ होगा तथा यदि किसी तत्व का कोई समस्थानिक नहीं है, तो उसके परमाणु का द्रव्यमान उसमें मौजूद प्रोटॉन और न्यूट्रॉन के योग के बराबर होगा।
- अनुप्रयोग:
 - कुछ समस्थानिकों में विशेष गुण होते हैं, जैसे- यूरेनियम के समस्थानिक का उपयोग परमाणु रिएक्टरों में ईंधन के रूप में किया जाता है।
 - कोबाल्ट के समस्थानिक का उपयोग कैंसर के उपचार में किया जाता है।
 - आयोडीन के समस्थानिक का उपयोग घेंघा रोग के उपचार में किया जाता है।

विचारणीय बिंदु

कार्बन समस्थानिक C-12 और C-14 का उपयोग कार्बन डेटिंग तकनीक में विशेष रूप से जीवाश्मों के लिए किया जाता है। क्या आप विचार कर सकते हैं कि सामान्य रूप से समस्थानिकों और विशेष रूप से कार्बन डेटिंग के आधार पर रेडियोधर्मी डेटिंग कैसे काम करती है?



समभारिक

- विभिन्न तत्वों के परमाणु जिनकी परमाणु संख्या अलग-अलग होती है लेकिन द्रव्यमान संख्या समान होती है, उन्हें समभारिक या आइसोबार कहते हैं।
- उदाहरण के लिए, कैल्शियम (परमाणु संख्या 20) और आर्गन (परमाणु संख्या 18) समभारिक हैं। इनके परमाणुओं में प्रोटॉन की संख्या अलग-अलग होती है, लेकिन इन दोनों तत्वों की द्रव्यमान संख्या 40 है अर्थात् तत्वों की इस जोड़ी के परमाणुओं में न्यूक्लिऑन की कुल संख्या समान है।

परमाणु द्रव्यमान

- डाल्टन के परमाणु सिद्धांत के अनुसार प्रत्येक तत्व का एक अभिलाक्षणिक गुण परमाणु द्रव्यमान होता है।

- चूँकि किसी एक परमाणु का द्रव्यमान निर्धारित करना अपेक्षाकृत कठिन कार्य था, इसलिए रासायनिक संयोजनों के नियमों और उनसे निर्मित होने वाले यौगिकों का उपयोग करके सापेक्ष परमाणु द्रव्यमान निर्धारित किए गए।
- वैज्ञानिक जब विभिन्न परमाणु द्रव्यमानों की इकाइयों के बारे में शोधरत थे तो उन्होंने प्रारंभ में प्रकृतिजन्य ऑक्सीजन परमाणु के द्रव्यमान के 1/16 भाग को इकाई के रूप में लिया। दो कारणों से इसे सुसंगत समझा गया:
 - ऑक्सीजन अनेक तत्वों के साथ अभिक्रिया करके यौगिक बनाता है।
 - इस परमाणु द्रव्यमान इकाई द्वारा अधिकांश तत्वों के परमाणु द्रव्यमान पूर्णांक में प्राप्त होते हैं।
 - तथापि, 1961 में परमाणु द्रव्यमानों को ज्ञात करने के लिए परमाणु द्रव्यमान इकाई कार्बन-12 समस्थानिक (आइसोटोप) को मानक संदर्भ के रूप में सार्वभौमिक रूप से स्वीकार किया गया था। कार्बन-12 समस्थानिक के एक परमाणु द्रव्यमान के 1/12 वें भाग को मानक परमाणु द्रव्यमान इकाई के रूप में लेते हैं। कार्बन-12 समस्थानिक के एक परमाणु द्रव्यमान के
 - सापेक्ष सभी तत्वों के परमाणु द्रव्यमान प्राप्त किए गए।

तालिका 7.4: कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमान

तत्व	परमाणु द्रव्यमान (u)	तत्व	परमाणु द्रव्यमान (u)
हाइड्रोजन	1	मैग्नीशियम	24
कार्बन	12	सल्फर	32
नाइट्रोजन	14	क्लोरीन	35.5
ऑक्सीजन	16	कैल्शियम	40
सोडियम	23		

परमाणु का अस्तित्व

अधिकांश तत्वों के परमाणु स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में नहीं रह पाते हैं, ये अणु और आयन बनाते हैं। ये अणु या आयन बड़ी संख्या में एकत्रित होकर पदार्थ बनाते हैं, जिसे हम देख सकते हैं, महसूस कर सकते हैं या छू सकते हैं।

अणु

- एक अणु (Molecule) सामान्यतः दो या दो से अधिक परमाणुओं का समूह होता है, जो रासायनिक रूप से एक साथ बंधे होते हैं अर्थात् आकर्षण बलों द्वारा प्रबलता से जुड़े होते हैं।
- एक अणु को किसी तत्व या यौगिक के सबसे छोटे कण के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रह सकता है और उस पदार्थ के सभी गुणों को दर्शाता है।
- एक ही तत्व या विभिन्न तत्वों के परमाणु मिलकर अणु बना सकते हैं।

तत्वों के अणु

- किसी तत्व के अणु एक ही प्रकार के परमाणुओं से बने होते हैं।
- आर्गन (Ar), हीलियम (He) आदि जैसे कई तत्वों के अणु उस तत्व के केवल एक परमाणु से बने होते हैं।
- अधातुओं, जैसे- ऑक्सीजन के अणु में ऑक्सीजन के दो परमाणु होते हैं और इसलिए इसे द्विपरमाणुक अणु O_2 के रूप में जाना जाता है। यदि ऑक्सीजन के 3 परमाणु एक अणु में एकजुट होते हैं, तो हमें ओजोन O_3 मिलता है।
- एक अणु का गठन करने वाले परमाणुओं की संख्या को इसकी परमाणुकता के रूप में जाना जाता है।
- धातु अणुओं एवं कुछ अन्य तत्वों के अणुओं जैसे कि कार्बन के अणुओं की सरल संरचना नहीं होती है किंतु उनके अणुओं में असीमित परमाणु परस्पर बंधे होते हैं।

तालिका 7.5: कुछ तत्वों की परमाणुकता

तत्वों के प्रकार	नाम	परमाणुकता
अधातु	आर्गन	एक परमाणुक
	हीलियम	एक परमाणुक
	ऑक्सीजन	द्विपरमाणुक
	हाइड्रोजन	द्विपरमाणुक
	नाइट्रोजन	द्विपरमाणुक
	क्लोरीन	द्विपरमाणुक
	फॉस्फोरस	चतुर्परमाणुक
धातु	सल्फर	बहुपरमाणुक
	सोडियम	एकपरमाणुक
	आयरन	एकपरमाणुक
	एल्युमीनियम	एकपरमाणुक
	कॉपर	एकपरमाणुक

यौगिकों के अणु

विभिन्न तत्त्वों के परमाणु एक निश्चित अनुपात में परस्पर जुड़कर यौगिक के अणु निर्मित करते हैं, जैसे:

तालिका 7.6: कुछ यौगिकों के अणु

यौगिक	संयोजित तत्त्व	द्रव्यमान अनुपात
जल	हाइड्रोजन, ऑक्सीजन	1:8
अमोनिया	नाइट्रोजन, हाइड्रोजन	14:3
कार्बन डाइऑक्साइड	कार्बन, ऑक्सीजन	3:8

आयन

आवेशित परमाणु अथवा परमाणुओं का एक ऐसा समूह, जिस पर निवल आवेश विद्यमान होता है, 'आयन' कहलाता है। आयन दो प्रकार के होते हैं-

- धनायन
- ऋणायन

तालिका 7.7: कुछ आयनिक यौगिक

आयनिक यौगिक	संघटक तत्त्व	द्रव्यमान अनुपात
कैल्शियम ऑक्साइड	कैल्शियम और ऑक्सीजन	5:2
मैग्नीशियम सल्फाइड	मैग्नीशियम और सल्फर	3:4
सोडियम क्लोराइड	सोडियम और क्लोरीन	23:35.5

- आयनों में एक एकल आवेशित परमाणु या परमाणुओं का एक समूह हो सकता है, जिन पर निवल आवेश होता है।
- यह ऋणात्मक या धनात्मक रूप से आवेशित हो सकता है। ऋणात्मक रूप से आवेशित आयन को 'ऋणायन' और धनात्मक रूप से आवेशित आयन को 'धनायन' कहा जाता है।
- उदाहरणस्वरूप सोडियम क्लोराइड (NaCl) में धनात्मक रूप से आवेशित सोडियम आयन (Na^+) और ऋणात्मक रूप से आवेशित क्लोराइड आयन (Cl^-) होते हैं।
- आवेश धारण करने वाले परमाणुओं के समूह को बहुपरमाणुक आयन के रूप में जाना जाता है।

रासायनिक सूत्र

- किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र उसकी संरचना का प्रतीकात्मक निरूपण है।
- संयोजकता या संयोजन क्षमता का उपयोग यह पता लगाने के लिए किया जा सकता है, कि किसी तत्त्व के परमाणु किसी अन्य तत्त्व के परमाणुओं के साथ मिलकर रासायनिक यौगिक कैसे बनाते हैं।

तालिका 7.8: कुछ सामान्य, सरल और बहुपरमाणुक आयन

संयोजकता	आयन का नाम	संकेत	अधात्विक तत्त्व	संकेत	बहुपरमाणुक आयन	संकेत
1	सोडियम	Na^+	हाइड्रोजन	H^+	अमोनियम	NH_4^+
	पोटेशियम	K^+	हाइड्राइड	H^-	हाइड्रॉक्साइड	OH^-
	सिल्वर	Ag^+	क्लोराइड	Cl^-	नाइट्रेट	NO_3^-
	कॉपर	Cu^+	ब्रोमाइड	Br^-		
			आयोडाइड	I^-	हाइड्रोजन कार्बोनेट	HCO_3^-

2	मैग्नीशियम	Mg^{2+}	ऑक्साइड	O^{2-}	कार्बोनेट	CO_3^{2-}
	कैल्शियम	Ca^{2+}	सल्फाइड	S^{2-}	सल्फाइट	SO_3^{2-}
	जिंक	Zn^{2+}			सल्फेट	SO_4^{2-}
	आयरन	Fe^{2+}				
	कॉपर	Cu^{2+}				
3	एल्युमीनियम	Al^{3+}	नाइट्राइड	N^{3-}	फॉस्फेट	PO_4^{3-}
	आयरन	Fe^{3+}				

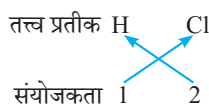
❑ रासायनिक सूत्र लिखते समय निम्नलिखित नियमों का पालन करना होता है:

- आयन पर संयोजकता या आवेश संतुलित होने चाहिए।
- जब किसी यौगिक में धातु और अधातु होते हैं, तो धातु का नाम या प्रतीक पहले लिखा जाता है। जैसे- कैल्शियम ऑक्साइड (CaO), सोडियम क्लोराइड ($NaCl$), आयरन सल्फाइड (FeS), कॉपर ऑक्साइड (CuO) आदि, जहाँ ऑक्सीजन, क्लोरीन, सल्फर अधातु हैं जबकि कैल्शियम, सोडियम, आयरन और कॉपर धातु हैं।
- बहुपरमाणुक आयनों से बने यौगिकों में, यौगिक में मौजूद आयनों की संख्या को कोष्ठक में आयनों के सूत्र को बंद करके और कोष्ठक के बाहर आयनों की संख्या लिखकर दर्शाया जाता है, जैसे- मैग्नेशियम हाइड्रॉक्साइड [$Mg(OH)_2$]।

सरल यौगिकों के सूत्र

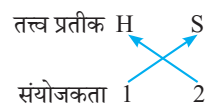
- ❑ दो अलग-अलग तत्वों से बने सरलतम यौगिक **द्विअंगी यौगिक (Binary Compounds)** कहलाते हैं।
- ❑ आणविक यौगिकों के रासायनिक सूत्र लिखते समय, हम संघटक तत्वों के प्रतीक लिखकर उनकी संयोजकताएँ लिखते हैं। तत्पश्चात् संयोजित परमाणुओं की संयोजकताओं को क्रॉस करके (cross over) अणु सूत्र लिखते हैं।

1. हाइड्रोजन क्लोराइड का सूत्र



अतः हाइड्रोजन क्लोराइड का रासायनिक सूत्र HCl है।

2. हाइड्रोजन सल्फाइड के सूत्र



अतः हाइड्रोजन सल्फाइड का सूत्र H_2S है।

आणविक द्रव्यमान और मोल संकल्पना

आणविक द्रव्यमान

किसी पदार्थ का आणविक द्रव्यमान पदार्थ के अणु में सभी परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमानों का योग होता है, इसलिए यह परमाणु द्रव्यमान इकाई (u) द्वारा व्यक्त किया जाता है। उदाहरण के लिए, HNO_3 का आणविक द्रव्यमान = H का परमाणु द्रव्यमान + N का परमाणु द्रव्यमान + 3 × ऑक्सीजन का परमाणु द्रव्यमान = 1 + 14 + 3 × 16 = 63 u

सूत्र इकाई द्रव्यमान

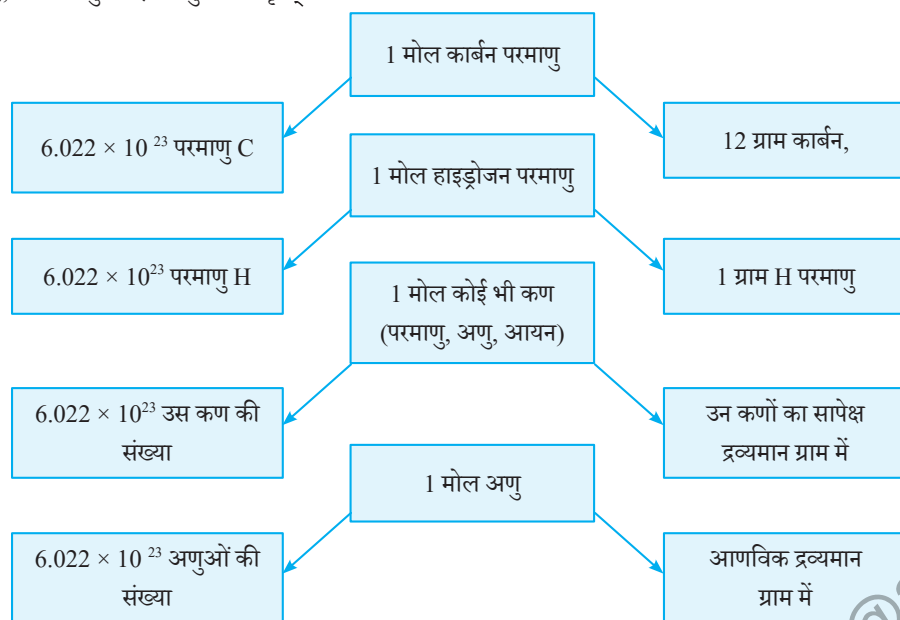
- ❑ किसी पदार्थ का सूत्र इकाई द्रव्यमान किसी यौगिक के सूत्र इकाई में सभी परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमानों का योग होता है।
- ❑ इसकी गणना उसी तरह की जाती है, जैसे हम आणविक द्रव्यमान की गणना करते हैं। एकमात्र अंतर यह है कि सूत्र इकाई शब्द का उपयोग उन पदार्थों के लिए किया जाता है जिनके संघटक कण आयन होते हैं।
 - उदाहरण के लिए, सोडियम क्लोराइड ($NaCl$) के सूत्र इकाई द्रव्यमान की गणना इस प्रकार की जा सकती है: $1 \times 23 + 1 \times 35.5 = 58.5$ u

मोल संकल्पना

- मोल, पदार्थ की मात्रा का SI यूनिट है।
- किसी भी परमाणु, अणु, आयन या कण का एक मोल वह मात्रा है जिसका द्रव्यमान ग्राम में उसके परमाणु या आणविक द्रव्यमान के बराबर होता है।
- किसी भी पदार्थ के 1 मोल में मौजूद कणों (परमाणु, अणु या आयन) की संख्या निश्चित होती है, जिसका मान $6.02214076 \times 10^{23}$ होता है। इस संख्या को **आवोगाद्रो स्थिरांक या एवोगैट्रो संख्या** (N_A द्वारा दर्शाया जाता है) कहा जाता है, जिसका नाम इतालवी वैज्ञानिक एमेडियो एवोगैट्रो के सम्मान में रखा गया है।
- 1 मोल (किसी भी पदार्थ का) = $6.02214076 \times 10^{23}$ (संख्या में) = सापेक्ष द्रव्यमान (ग्राम में)।
- किसी पदार्थ के 1 मोल का द्रव्यमान उसके सापेक्ष परमाणु या आणविक द्रव्यमान (ग्राम में) के बराबर होता है।
- किसी तत्व का परमाणु द्रव्यमान हमें उस तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान 'amu' (u) में देता है।
- (संख्या में)
 - उदाहरण के लिए, 1u हाइड्रोजन में केवल 1 हाइड्रोजन परमाणु होता है तथा 1 ग्राम हाइड्रोजन में उसके 1 मोल परमाणु होते हैं, अर्थात् उसमें 6.022×10^{23} हाइड्रोजन के परमाणु होंगे।
 - इसी प्रकार, 16 u ऑक्सीजन में केवल 1 ऑक्सीजन परमाणु होता है। अतः 16 ग्राम ऑक्सीजन में उसके 1 मोल परमाणु होंगे, अर्थात् उसमें 6.022×10^{23} ऑक्सीजन के परमाणु होंगे।
- सन् 1896 में विल्हेल्म ओस्टवाल्ड (Wilhelm Ostwald) ने मोल शब्द प्रस्तावित किया था, जो एक लैटिन शब्द मोल्स (Moles) से लिया गया है, जिसका अर्थ होता है ढेर (heap or pile)। किसी पदार्थ को परमाणुओं अथवा अणुओं के ढेर के रूप में विचार किया जा सकता है। सन् 1967 में मोल मात्रक के रूप में स्वीकार कर ली गई, जो परमाणुओं एवं अणुओं की वृहद् संख्या को निरूपित करने का सरलतम उपाय है।

विचारणीय बिंदु

अंतरराष्ट्रीय भार एवं माप ब्यूरो (The International Bureau of Weights and Measures) ने वर्ष 2019 में चार मूल मात्रकों अर्थात् किलोग्राम, विद्युत धारा, मोल और तापमान की नई परिभाषाएँ अपनाईं। 7 मूल मात्रकों में से 4 की इस पुनः परिभाषा के बारे में विचार करें। इस बात का भी अवलोकन करें कि मोल की पुरानी और नई परिभाषा में क्या अंतर है।



चित्र 7.10: मोल, एवोगैट्रो संख्या और द्रव्यमान के बीच संबंध

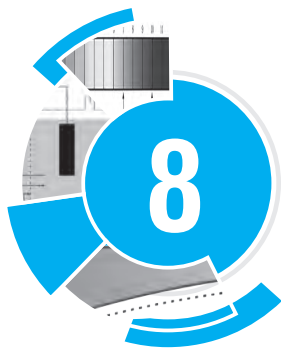
निष्कर्ष

इस प्रकार परमाणु किसी भी पदार्थ की सबसे छोटी इकाई है, जो स्वतंत्र रूप से मौजूद हो सकती है और अपने सभी रासायनिक गुणों को बनाए रख सकती है। वैज्ञानिकों द्वारा प्रस्तावित विभिन्न मॉडल परमाणु की संरचना का विस्तृत उल्लेख करते हैं। उनमें समान या विभिन्न तत्वों के परमाणुओं के साथ अभिक्रिया करने तथा अणु बनाने की प्रवृत्ति होती है। इसके अलावा, विभिन्न तत्वों के परमाणु निश्चित अनुपात में मिलकर यौगिकों के अणु बनाते हैं।

महत्त्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **परमाणु:** परमाणु सभी पदार्थों की रचनात्मक इकाई है।
- ❖ **संयोजकता:** किसी तत्व की संयोजन क्षमता को उसकी संयोजकता के रूप में जाना जाता है।
- ❖ **द्विअंगी यौगिक:** ऐसे यौगिक जो दो अलग-अलग तत्वों से मिलकर बने होते हैं।
- ❖ **परमाणु संख्या:** किसी तत्व की परमाणु संख्या उसके परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन की संख्या के समान होती है।
- ❖ **द्रव्यमान संख्या:** किसी परमाणु की द्रव्यमान संख्या उसके नाभिक में न्यूक्लिऑन (प्रोटॉन + न्यूट्रॉन) की संख्या के बराबर होती है।
- ❖ **समस्थानिक:** समस्थानिक एक ही तत्व के परमाणु होते हैं, जिनकी द्रव्यमान संख्याएँ अलग-अलग होती हैं।
- ❖ **समभारिक:** समभारिक या आइसोबार वे परमाणु होते हैं, जिनकी द्रव्यमान संख्या समान होती है लेकिन परमाणु संख्याएँ अलग-अलग होती हैं।
- ❖ **अणु:** अणु किसी तत्व या यौगिक का सबसे छोटा कण होता है, जो सामान्य परिस्थितियों में स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रहने में सक्षम होता है।
- ❖ **बहुपरमाणुक आयन:** परमाणुओं के समूह, जो आयन के रूप में कार्य करते हैं उन्हें बहुपरमाणुक आयन कहा जाता है।
- ❖ **एवोगैट्रो स्थिरांक:** एवोगैट्रो स्थिरांक 6.022×10^{23} को कार्बन-12 के ठीक 12 ग्राम में परमाणुओं की संख्या के रूप में परिभाषित किया जाता है।
- ❖ **मोल:** मोल पदार्थ की वह मात्रा है, जिसमें कणों (परमाणु, आयन, अणु आदि) की संख्या उतनी ही होती है जितनी कार्बन-12 के ठीक 12 ग्राम में परमाणु होते हैं।
- ❖ **मोलर द्रव्यमान:** किसी पदार्थ के 1 मोल के द्रव्यमान को उसका मोलर द्रव्यमान कहा जाता है।





रासायनिक अभिक्रियाएँ और समीकरण

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VII के अध्याय-4 व 5 तथा कक्षा-X के अध्याय-1 व 2 का सारांश शामिल है।

परिचय

हम अपने दैनिक जीवन में बहुत से पदार्थों का उपयोग करते हैं जैसे नींबू, दही, चीनी, नमक, इमली आदि। इनमें से कुछ पदार्थों का स्वाद खट्टा होता है, कुछ का स्वाद कड़वा होता है, कुछ का स्वाद मीठा होता है और कुछ का स्वाद नमकीन होता है। इनमें से कुछ पदार्थ परिवर्तित होते हैं। इस अध्याय में हम इन परिवर्तनों की प्रकृति का अध्ययन करेंगे। साथ ही हम अम्ल, क्षारक और लवण के रासायनिक गुणों का अध्ययन करेंगे। अम्ल और क्षारक एक दूसरे के प्रभावों को कैसे उदासीन करते हैं, रासायनिक समीकरण किस प्रकार लिखी जाती है तथा कई और रोचक चीजें जो हम अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं और देखते हैं, उन पर प्रकाश डालेंगे।

अम्ल

- ❑ एसिड शब्द की व्युत्पत्ति लैटिन शब्द एसियर (Acere) से हुई है- जिसका अर्थ खट्टा होता है।
- ❑ दही, नींबू, संतरे का रस और सिरके का स्वाद खट्टा होता है क्योंकि इनमें अम्ल पाए जाते हैं (तालिका 8.1 देखें)।
- ❑ ऐसे पदार्थों की रासायनिक प्रकृति अम्लीय होती है।

विचारणीय बिंदु

- ❑ **अम्ल:** अम्ल और क्षारक प्रकृति में संक्षारक होते हैं। ये मानवीय त्वचा के लिए हानिकारक होते हैं।
- ❑ **अन्य ग्रहों पर अम्ल की उपस्थिति:** शुक्र का वायुमंडल सल्फ्यूरिक अम्ल के मोटे सफेद और पीले बादलों से बना है।

क्षारक

- ❑ पदार्थ जो स्वाद में कड़वे होते हैं और छूने पर साबुन जैसे महसूस होते हैं, क्षारक कहलाते हैं। उदाहरण के लिए- बेकिंग सोडा।
- ❑ ऐसे पदार्थों की प्रकृति क्षारकीय कहलाती है।

तालिका 8.1: अम्ल और क्षारक तथा उनके स्रोत

अम्ल का नाम	स्रोत
❑ एसीटिक अम्ल	❑ सिरका
❑ फॉर्मिक अम्ल	❑ चींटी का डंक
❑ सिट्रिक अम्ल	❑ खट्टे फल जैसे संतरे, नींबू आदि
❑ लैक्टिक अम्ल	❑ दही
❑ ऑक्जेलिक अम्ल	❑ पालक, टमाटर
❑ एस्कॉर्बिक अम्ल	❑ आंवला, खट्टे फल (विटामिन C)
❑ टार्टरिक अम्ल	❑ इमली, अंगूर, कच्चे आम, आदि।
❑ मेथेनोइक अम्ल	❑ नेटल और चींटी का डंक
क्षारक का नाम	स्रोत
❑ कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड	❑ चूने का जल
❑ अमोनियम हाइड्रॉक्साइड	❑ विंडो क्लीनर
❑ सोडियम हाइड्रॉक्साइड/पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड	❑ साबुन
❑ मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड	❑ साबुन मिल्क ऑफ मैग्नेशिया

सूचक

- वे पदार्थ जिनका उपयोग यह पता लगाने के लिए किया जाता है कि कोई पदार्थ अम्लीय है या क्षारकीय, सूचक कहलाते हैं।
- सूचक अम्लीय या क्षारकीय पदार्थ के विलयन के संपर्क में आने पर अपना रंग परिवर्तित करते हैं।
- सूचक प्राकृतिक और कृत्रिम दोनों प्रकार के हो सकते हैं।

लिटमस विलयन बैंगनी रंग का रंजक होता है, जिसे लाइकेन से प्राप्त किया जाता है, जो थैलोफाइटा वर्ग से संबंधित एक पौधा है। जब लिटमस विलयन न तो अम्लीय होता है और न ही क्षारकीय, तो इसका रंग बैंगनी होता है। **गोभी के लाल पत्ते, हल्दी, हाइड्रेंजिया, पेटुनिया और जिरेंनियम जैसे कुछ फूलों की रंगीन पंखुड़ियाँ** जैसी कई अन्य प्राकृतिक सामग्रियाँ हैं, जो उनमें अम्ल या क्षारक की उपस्थिति का संकेत देती हैं। इन्हें **अम्ल क्षारक सूचक** या कभी-कभी केवल सूचक (इंडिकेटर) कहा जाता है।

प्राकृतिक सूचक

- हल्दी, लिटमस, हिबिस्कस या चायना रोज की पंखुड़ियाँ (गुड़हल) आदि कुछ प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले सूचक हैं।

लाइम वाटर (चूने का जल) बनाने के लिए, जल में थोड़ा चूना मिलाएँ। विलयन को हिलाएँ और कुछ समय के लिए उसे यथास्थिति में छोड़ दें। अब ऊपर से थोड़ा-सा गिरा दें। चूने का जल बनकर तैयार है।

लिटमस: एक प्राकृतिक रंजक

- लिटमस सबसे अधिक प्रयोग किया जाने वाला प्राकृतिक सूचक है।
- इसे लाइकेन से प्राप्त किया जाता है।
- आसुत जल में इसका रंग बैंगनी होता है। जब इसे अम्लीय विलयन में मिलाया जाता है, तो यह लाल हो जाता है और क्षारकीय विलयन में यह नीले रंग में परिवर्तित हो जाता है।
- यह विलयन के रूप में या कागज की पट्टियों के रूप में उपलब्ध होता है, जिसे लिटमस पेपर (लाल और नीला लिटमस पेपर) के रूप में जाना जाता है।
- **उदासीन विलयन:** वे विलयन जो लाल या नीले लिटमस का रंग नहीं बदलते हैं, उन्हें उदासीन विलयन के रूप में जाना जाता है। ये न तो अम्लीय होते हैं और न ही क्षारकीय।

हल्दी

- सफेद शर्ट पर हल्दी का दाग साबुन से धोने पर लाल हो जाता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि साबुन का घोल क्षारकीय होता है।

चायना रोज (गुड़हल)

- चायना रोज (गुड़हल) सूचक के रूप में अम्लीय घोल को गहरे गुलाबी (मैजेंटा) रंग में और क्षारकीय घोल को हरे रंग में बदल देता है।

अम्लीय वर्षा

जैसा कि नाम से ही ज्ञात होता है कि जब वर्षा के जल में अम्ल की अधिकता होती है, तो उसे अम्लीय वर्षा कहते हैं। इस वर्षा के जल के अम्लीय होने का मूल कारण इसमें उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड और नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (जो प्रदूषक के रूप में पर्यावरण में छोड़े जाते हैं) जल की बूंदों के साथ अभिक्रिया करके क्रमशः कार्बोनिक एसिड, सल्फ्यूरिक एसिड और नाइट्रिक एसिड बनाते हैं। अम्लीय वर्षा इमारतों, ऐतिहासिक स्मारकों, पौधों और जानवरों को हानि पहुँचा सकती है।

कृत्रिम सूचक

- मिथाइल ऑरेंज और फिनॉफ्थलीन (Phenolphthalein) जैसे कृत्रिम सूचकों का उपयोग अम्ल और क्षारकों के परीक्षण के लिए किया जाता है।
- जब विलयन क्षारकीय होता है, तो फिनॉफ्थलीन गुलाबी रंग देता है और जब विलयन अम्लीय होता है, तो यह रंगहीन रहता है।

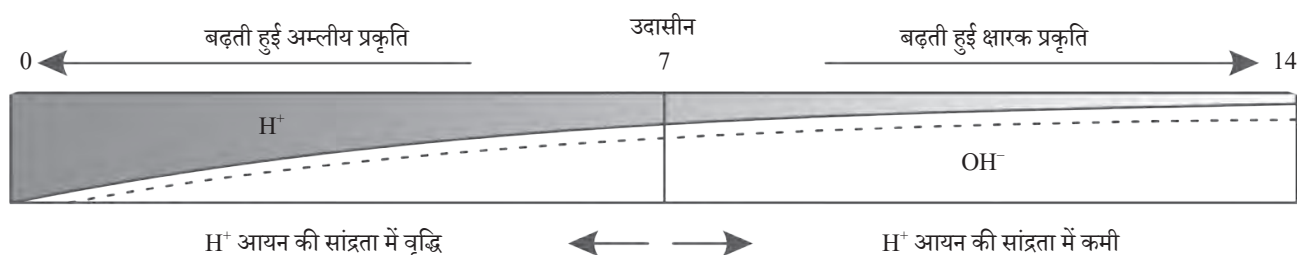
गंधीय सूचक

कुछ पदार्थ ऐसे होते हैं जिनकी गंध अम्लीय या क्षारकीय माध्यम में बदल जाती है। इन्हें गंधीय सूचक कहते हैं।

अम्ल या क्षारक के विलयन की प्रबलता

- कोई अम्ल या क्षारक तनु अथवा सान्द्र है, इसका परीक्षण करने के लिए हम सार्वत्रिक सूचक का उपयोग करते हैं, जो कई सूचकों का मिश्रण होता है।

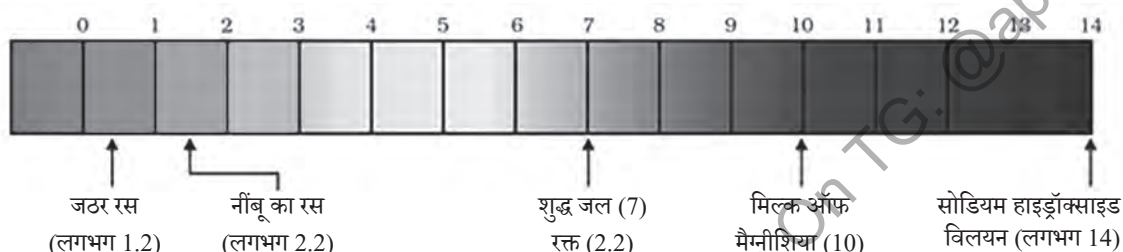
- सार्वत्रिक सूचक विलयन में उपस्थित हाइड्रोजन आयन की विभिन्न सांद्रता को विभिन्न रंगों में प्रदर्शित करते हैं।
- विलयन में हाइड्रोजन आयन सांद्रता मापने के लिए एक पैमाना विकसित किया गया है, जिसे pH स्केल कहा जाता है।
- pH में p सूचक है, 'पुसांस' (Poten) जो एक जर्मन शब्द है, का अर्थ होता है 'शक्ति'।
- pH स्केल से आमतौर पर 0 (अधिक अम्लीय) से 14 (अधिक क्षारकीय) तक pH को ज्ञात का सकते हैं।
- हाइड्रोनियम आयन की सांद्रता जितनी अधिक होगी, pH मान उतना ही कम होगा।
- एक उदासीन विलयन का pH मान सदैव 7 होता है जबकि pH स्केल पर 7 से कम मान विलयन की अम्लीय प्रकृति को दर्शाता है।
- ध्यातव्य है कि जैसे-जैसे pH मान 7 से 14 तक बढ़ता है, विलयन में OH^- आयनों की सांद्रता में वृद्धि होती है, अर्थात् विलयन की क्षारकीय प्रकृति में वृद्धि होती है। आमतौर पर pH सार्वत्रिक सूचक अंतर्भारित पेपर द्वारा ज्ञात किया जाता है।
- जो अम्ल अधिक H^+ आयन प्रदान करते हैं, उन्हें प्रबल अम्ल (Strong Acids) कहा जाता है और जो अम्ल कम H^+ आयन प्रदान करते हैं उन्हें दुर्बल अम्ल (Weak Acids) कहा जाता है।



चित्र 8.1: H^+ (aq) और OH^- (aq) आयनों की सांद्रता परिवर्तन के साथ pH की भिन्नता

दैनिक जीवन में पीएच का महत्व

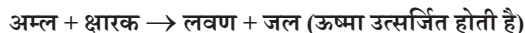
- **पौधे और जीव:** मानव शरीर 7.0 से 7.8 pH मान के बीच कार्य करता है। जीवित प्राणी केवल संकीर्ण pH परास में ही जीवित रह सकते हैं। वर्षा के जल का pH मान जब 5.6 से कम हो जाता है, तो इसे **अम्लीय वर्षा** कहा जाता है। जब अम्लीय वर्षा का जल नदियों में प्रवाहित होती है, तो यह नदी के जल के पीएच मान को कम कर देती है। इस प्रकार, ऐसी नदियों में जलीय जीवन नकारात्मक रूप से प्रभावित होता है।
- **मिट्टी का पीएच:** पौधों को उनके स्वस्थ विकास के लिए एक विशिष्ट पीएच मान की आवश्यकता होती है।
- **हमारे पाचन तंत्र का पीएच मान:** हमारा पेट हाइड्रोक्लोरिक एसिड (HCl) का उत्पादन करता है। यह आमाशय को हानि पहुँचाए बिना भोजन के पाचन में मदद करता है।
- **pH परिवर्तन के कारण दंत-क्षय:** कैल्शियम फॉस्फेट से बनी दाँत की सबसे उपरी परत जो दंतवल्क कहलाती है, यह हमारे शरीर का सबसे कठोर पदार्थ है। यह जल में नहीं घुलता है, लेकिन मुँह में पीएच 5.5 से कम होने पर यह खराब होने लगता है। इसका एक मुख्य कारण मुँह में मौजूद बैक्टीरिया द्वारा भोजन के उपरान्त मुँह में बचे कार्बोहाइड्रेट्स और खाद्य पदार्थों का निम्नीकरण करके अम्ल का निर्माण करना है। दाँतों की सफाई के लिए टूथपेस्ट का उपयोग करना, जो आम तौर पर क्षारकीय प्रकृति का होता है, मुख में अम्ल को उदासीन करता है और दंत-क्षय को रोकने में सहायक होता है।
- **जंतुओं और पौधों द्वारा उत्पन्न रसायनों से आत्मरक्षा:** उदाहरण के लिए जब मधुमक्खी किसी जीव की त्वचा पर डंक मारती है तो उसके डंक से एक अम्ल निकलता है जो दर्द और जलन पैदा करता है। डंक वाले स्थान पर बेकिंग सोडा जैसे दुर्बल क्षारक का उपयोग करने से राहत मिलती है।



चित्र 8.2: कुछ सामान्य पदार्थों के pH को pH पत्र पर दिखाया गया है

उदासीनीकरण

- जब एक अम्लीय विलयन में क्षारकीय विलयन अथवा क्षारकीय विलयन में अम्लीय विलयन को मिलाया जाता है, तो दोनों विलयन एक-दूसरे के प्रभाव को उदासीन कर देते हैं। अर्थात् दोनों के सम्मिश्रण से निर्मित विलयन न तो अम्लीय होगा और न ही क्षारकीय।
- उदासीनीकरण अभिक्रिया में एक नया उत्पाद बनता है, जिसे लवण (Salt) कहते हैं। यह अम्लीय, क्षारकीय या उदासीन प्रकृति का हो सकता है।
- इस प्रकार, अम्ल और क्षारक के बीच होने वाली अभिक्रिया को **उदासीनीकरण** कहते हैं। इस प्रक्रिया में ऊष्मा के उत्सर्जन के साथ लवण और जल के अणुओं का निर्माण होता है।



- उदाहरण के लिए**, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (HCl) + सोडियम हाइड्रॉक्साइड (NaOH) $\rightarrow$ सोडियम क्लोराइड (NaCl) + जल (H₂O)

दैनिक जीवन में उदासीनीकरण

भोजन के पाचन में

- हमारे आमाशय में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल पाया जाता है, जो भोजन को पचाने में सहायक है। लेकिन इसमें बहुत अधिक अम्ल की मात्रा पाचन को बाधित कर सकती है, जिससे अपच जैसी समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। अपच के दौरान पेट बहुत अधिक अम्ल का निर्माण होता है और इससे दर्द और जलन महसूस होती है। इसके उपचार के लिए लोग मिल्क ऑफ़ मैग्नीशिया जैसे एंटासिड नामक क्षारक का प्रयोग करते हैं, जिसमें मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड होता है, जो अत्यधिक एसिड के प्रभाव को उदासीन कर देता है।

चींटी का काटना

- चींटी के काटने से त्वचा में अम्लीय तरल (फॉर्मिक एसिड) प्रवेश करता है।
- इसे नम बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट) या कैलामाइन घोल, जिसमें जिंक कार्बोनेट उपस्थित होता है, लगाकर बेअसर किया जा सकता है।

मृदा उपचार

- जब मृदा बहुत अधिक अम्लीय या क्षारकीय हो जाती है तो पादप उचित वृद्धि और विकास कर पाने में अक्षम रहते हैं।
- रासायनिक उर्वरकों का अत्यधिक उपयोग मिट्टी को अम्लीय बनाता है। जब मिट्टी बहुत अम्लीय होती है, तो इसे क्विकलाइम (कैल्शियम ऑक्साइड) या स्लेक लाइम (कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड) जैसे क्षारकों का प्रयोग कर उपचारित किया जाता है।
- जब मिट्टी क्षारकीय होती है, तो उसमें कार्बनिक पदार्थ (कम्पोस्ट) मिलाया जाता है, जो अम्लों को छोड़ती है और इस प्रकार मिट्टी की क्षारकीय प्रकृति को बेअसर कर देती है।

कारखाने का अपशिष्ट

- कई कारखानों के अपशिष्ट में अम्ल पाए जाते हैं और इन अपशिष्टों के जल निकायों में प्रवाहित होने से मछलियाँ और अन्य जीव मर सकते हैं।
- इसलिए, कारखानों के अपशिष्ट को उपचारित किया जाता है।

भौतिक और रासायनिक परिवर्तन

- हर दिन हम अपने आस-पास में कई बदलाव देखते हैं। इन परिवर्तनों में एक या एक से अधिक पदार्थ शामिल हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, चीनी का घोल बनाना, दूध से दही का जमना।
- सामान्यतः ये परिवर्तन दो प्रकार के होते हैं: **भौतिक और रासायनिक**।

भौतिक परिवर्तन

- किसी पदार्थ के आकार, आकृति, रंग और अवस्था जैसे गुणों को उसका भौतिक गुण कहते हैं।
- वह परिवर्तन जिसमें किसी पदार्थ के भौतिक गुणों में परिवर्तन होता है, उसे भौतिक परिवर्तन कहते हैं।
- भौतिक परिवर्तन आमतौर पर प्रतिवर्ती होता है और कोई नया पदार्थ नहीं बनता है। उदाहरण के लिए, बर्फ का पिघलना, कागज का एक टुकड़ा काटना।

विचारणीय बिंदु

हमारे आमाशय की कोशिकाएँ HCL का निर्माण करती हैं, जिसकी अधिकता से एसिडिटी हो सकती है। लेकिन आमाशय इसका निर्माण बहुत ही महत्वपूर्ण कार्य के लिए करता है। पाचन में अम्ल की भूमिका के बारे में विचार कीजिए और बताइए कि एसिडिटी के संदर्भ में जीवन शैली, जैसे कि भोजन का समय और प्रकार पाचन तंत्र के इष्टतम स्वास्थ्य में किस प्रकार सहायक है।



प्रकृति उदासीनीकरण के विकल्प प्रदान करती है

नेटल एक शाकीय पादप है, जो जंगलों में उपजता है। इसके पत्तों में डंकनुमा बाल होते हैं जो अगर गलती से छू जाएँ तो डंक जैसा दर्द होता है। इन बालों से मैथोनोंइक अम्ल का स्राव होने के कारण यह दर्द होता है। पारंपरिक तौर पर इसका इलाज डंक वाले स्थान पर डॉक पौधे की पत्ती रगड़कर किया जाता है। ये पौधे अधिकतर नेटल के पास ही पैदा होते हैं।

रासायनिक परिवर्तन

- एक ऐसा परिवर्तन जिसमें एक या एक से अधिक नए पदार्थ बनते हैं, रासायनिक परिवर्तन कहलाता है। इसे रासायनिक अभिक्रिया भी कहते हैं।
- उदाहरण के लिए,
 - मैग्नीशियम की पतली पट्टी या रिबन को जलाने पर मैग्नीशियम ऑक्साइड राख के रूप में प्राप्त होता है।

$$\text{मैग्नीशियम (Mg)} + \text{ऑक्सीजन (O}_2\text{)} \rightarrow \text{मैग्नीशियम ऑक्साइड (MgO)}$$
 - MgO की राख को जल में घोलने पर यह मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड नामक एक नया पदार्थ बनाता है, जो एक क्षारक होता है।

$$\text{मैग्नीशियम ऑक्साइड (MgO)} + \text{जल (H}_2\text{O)} \rightarrow \text{मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड [Mg(OH)}_2\text{]}$$
 - कॉपर सल्फेट विलयन (नीला) + आयरन $\rightarrow$ आयरन सल्फेट विलयन (हरा) + तांबा (भूरा निक्षेप)।
 - सिरका (एसिटिक एसिड) + बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट) $\rightarrow$ कार्बन डाइऑक्साइड + अन्य पदार्थ।
 - जब कार्बन डाइऑक्साइड को चूने के जल से गुजारा जाता है, तो कैल्शियम कार्बोनेट बनता है, जो चूने के जल को दूधिया रंग में परिवर्तित कर देता है। चूने के जल का दूधिया होना कार्बन डाइऑक्साइड का एक मानक परीक्षण है।

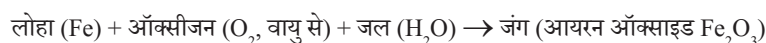
$$\text{कार्बन डाइऑक्साइड (CO}_2\text{)} + \text{चूने का जल [Ca(OH)}_2\text{]} \rightarrow \text{कैल्शियम कार्बोनेट (CaCO}_3\text{)} + \text{जल (H}_2\text{O)}$$
- रासायनिक परिवर्तन हमारे जीवन में बहुत महत्वपूर्ण हैं क्योंकि सभी नए पदार्थ रासायनिक परिवर्तनों के परिणामस्वरूप बनते हैं। उदाहरण के लिए, अयस्क से धातु का निष्कर्षण, दवा, प्लास्टिक और डिटर्जेंट, रासायनिक अभिक्रियाओं के उत्पाद हैं।
- नए उत्पादों के अलावा, निम्नलिखित रासायनिक परिवर्तन में हो सकते हैं:
 - गर्मी, प्रकाश या कोई अन्य विकिरण (उदाहरण के लिए पराबैंगनी) निकल सकता है या अवशोषित हो सकता है।
 - ध्वनि उत्पन्न हो सकती है।
 - गंध में परिवर्तन हो सकता है या एक नई गंध निकल सकती है।
 - रंग परिवर्तन हो सकता है।
 - कोई नई गैस बन सकती है।

सुरक्षा कवच

हमारे वायुमंडल में ओजोन परत हमें सूर्य से आने वाली हानिकारक पराबैंगनी किरणों से बचाती है। ओजोन इस विकिरण को अवशोषित करती है और ऑक्सीजन में विखंडित हो जाती है। ऑक्सीजन ओजोन से भिन्न होती है। यदि पराबैंगनी विकिरण को ओजोन द्वारा अवशोषित नहीं किया जाता, तो यह पृथ्वी की सतह तक पहुँच जाता तथा हमें और अन्य जीवों को नुकसान पहुँचाता। ओजोन इस विकिरण के विरुद्ध एक प्राकृतिक ढाल के रूप में कार्य करती है।

लोहे में जंग लगना

- लोहे के एक टुकड़े को कुछ समय तक खुले में रखने पर भूरे रंग की परत चढ़ जाती है। इस पदार्थ को **जंग (Rust)** कहते हैं और इस प्रक्रिया को **जंग लगना (Rusting)** कहते हैं। जंग लोहा नहीं है। यह उस लोहे से अलग होती है जिस पर यह निक्षेपित होती है।
- चूँकि लोहे का उपयोग पुल, जहाज, कार, ट्रक की बॉडी और कई अन्य सामान बनाने में किया जाता है, इसलिए जंग लगने से होने वाली आर्थिक हानि बहुत अधिक होती है।
- जंग लगने के लिए ऑक्सीजन और जल/जलवाष्प दोनों की उपस्थिति आवश्यक है। वायु में नमी की मात्रा अधिक (नम) होने पर जंग लगने की प्रक्रिया तीव्र हो जाती है।
- समुद्र का खारा जल जंग लगने की प्रक्रिया को तीव्र करता है। इसलिए, पेंट किए होने के बावजूद जहाजों को जंग लगने से अत्यधिक हानि होती है।
- जंग लगने की प्रक्रिया को इस तरह दर्शाया जा सकता है:



जंग से बचाव

- जंग लगने से बचाने के लिए नियमित रूप से पेंट या ग्रीज की परत चढ़ाई जाती है।
- **गैल्वनीकरण (Galvanisation):** लोहे पर क्रोमियम या जिंक जैसी धातु की परत चढ़ाना 'गैल्वनीकरण' कहलाता है। घरों में जल के लिए प्रयोग होने वाले लोहे के पाइप को जंग लगने से बचाने के लिए गैल्वनीकरण किया जाता है।

अन्य जानकारी

स्टेनलेस स्टील का निर्माण लोहे में कार्बन और क्रोमियम, निकल और मैंगनीज जैसी धातुओं को मिलाकर बनाया जाता है। इसमें जंग नहीं लगती।

क्रिस्टलीकरण

- समुद्री जल के वाष्पीकरण से प्राप्त नमक शुद्ध नहीं होता है और इसके क्रिस्टल का आकार स्पष्ट रूप से नहीं देखा जा सकता है। हालाँकि, शुद्ध पदार्थों के बड़े क्रिस्टल उनके विलयन से बनाए जा सकते हैं।
- इस प्रकार, शुद्ध पदार्थों के बड़े क्रिस्टल को उनके विलयन से प्राप्त करने की प्रक्रिया को “क्रिस्टलीकरण” कहा जाता है। यह एक भौतिक परिवर्तन का उदाहरण है।

रासायनिक अभिक्रिया

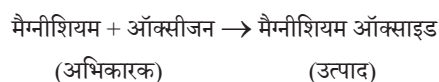
- जब प्रारंभिक पदार्थ की प्रकृति और स्वरूप में कुछ बदलाव होता है तो इसे रासायनिक परिवर्तन कहा जाता है और जब भी कोई रासायनिक परिवर्तन होता है, तो एक रासायनिक अभिक्रिया होती है।
- इन रासायनिक अभिक्रियाओं को रासायनिक समीकरणों के रूप में दर्शाया जा सकता है।

क्या आप जानते हैं?

दिल्ली में कुतुब मीनार के पास एक लौह स्तंभ है, जो 7 मीटर से अधिक ऊँचा है और इसका वजन लगभग 6000 किलोग्राम से अधिक है। इतने लंबे समय के बाद भी इसमें जंग नहीं लगी है। अपने जंग-प्रतिरोधी विशेषता के कारण विश्व के वैज्ञानिकों द्वारा इसकी जाँच की गई है। यह 1600 वर्ष पहले भारत द्वारा धातु प्रौद्योगिकी में की गई प्रगति का एक प्रतीक है।

रासायनिक समीकरण

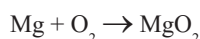
- वाक्य के रूप में किसी रासायनिक अभिक्रिया का वर्णन काफी लंबा हो जाता है। इसे संक्षिप्त रूप में भी लिखा जा सकता है। ऐसा करने का सबसे सरल तरीका इसे शब्द-समीकरण के रूप में लिखना है। जब मैग्नीशियम को ऑक्सीजन की उपस्थिति में जलाया जाता है, तो यह मैग्नीशियम ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है। इसे शब्द-समीकरण में इस प्रकार लिखा जा सकता है:



- अभिकारक (Reactants):** वे पदार्थ जो अभिक्रिया में रासायनिक रूप से परिवर्तित होते हैं, अभिकारक कहलाते हैं।
- उत्पाद (Products):** अभिक्रिया के दौरान बनने वाला नया पदार्थ उत्पाद होता है।
- शब्द-समीकरण में अभिकारकों के उत्पाद में परिवर्तन को उनके मध्य एक तीर का निशान लगाकर दर्शाया जाता है। अभिकारकों के बीच योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें बाईं ओर (LHS) लिखा जाता है। इसी प्रकार उत्पादों के बीच भी योग (+) का चिह्न लगाकर उन्हें दाईं ओर (RHS) लिखा जाता है। तीर का सिरा उत्पाद की ओर होता है तथा यह अभिक्रिया होने की दिशा को दर्शाता है।

रासायनिक समीकरण लिखना

- रासायनिक समीकरणों को और अधिक संक्षिप्त और उपयोगी बनाया जा सकता है, यदि हम शब्दों के बजाय रासायनिक सूत्रों का उपयोग करें।
- एक रासायनिक समीकरण एक रासायनिक अभिक्रिया को प्रदर्शित करती है।
- ऑक्सीजन की उपस्थिति में मैग्नीशियम के जलने की अभिक्रिया को इस प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है:

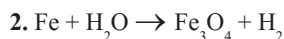
**संतुलित रासायनिक समीकरण**

- द्रव्यमान संरक्षण का नियम:** किसी भी रासायनिक अभिक्रिया में द्रव्यमान का न तो निर्माण होता है और न ही विनाश, अर्थात् रासायनिक अभिक्रिया के उत्पादों में मौजूद तत्वों का कुल द्रव्यमान अभिकारकों में उपस्थित तत्वों के कुल द्रव्यमान के बराबर होता है।
- दूसरे शब्दों में, रासायनिक अभिक्रिया से पूर्व और पश्चात् प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान रहती है।
- इसलिए, हमें एक रासायनिक समीकरण को संतुलित करने की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए,

**तालिका 8.2:** तीर के निशान के दोनों ओर के तत्वों के परमाणुओं की संख्या की तुलना

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

चूँकि तीर के दोनों ओर प्रत्येक तत्व के परमाणुओं की संख्या समान है, इसलिए यह एक संतुलित रासायनिक समीकरण है।



- ❑ **चरण I:** असंतुलित समीकरण में मौजूद विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या सूचीबद्ध करें (तालिका 8.3 देखें)।

तालिका 8.3: असंतुलित समीकरण में मौजूद विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या

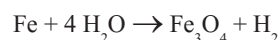
तत्व	अभिकारकों में परमाणुओं की संख्या (LHS)	उत्पाद में परमाणुओं की संख्या (RHS)
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

- ❑ **चरण II:** अब हम उस यौगिक को संतुलित करने का प्रयास करेंगे, जिसमें परमाणुओं की अधिकतम संख्या हो, चाहे वह अभिकारक हो या उत्पाद। सर्वप्रथम यौगिक में, उस तत्व का चयन करें, जिसमें परमाणुओं की अधिकतम संख्या हो। इस आधार पर हम यौगिक Fe_3O_4 और उसके ऑक्सीजन तत्व को चुनते हैं। ऑक्सीजन परमाणुओं को संतुलित करने के लिए (तालिका 8.4 देखें)।

तालिका 8.4: ऑक्सीजन के परमाणु

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

अब आंशिक रूप से संतुलित समीकरण बन जाता है:

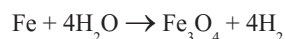


- ❑ **चरण III:** अब H परमाणुओं की संख्या को बराबर करने के लिए दाईं ओर हाइड्रोजन अणु की संख्या को '4' कर देते हैं (तालिका 8.5 देखें)।

तालिका 8.5: हाइड्रोजन के परमाणु

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

अब समीकरण इस प्रकार बनेगा:

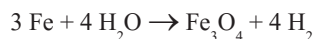


- ❑ **चरण IV:** Fe को बराबर करने के लिए, (तालिका 8.6 देखें)।

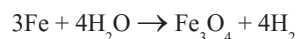
तालिका 8.6: आयरन के परमाणु

आयरन के परमाणु	अभिकारकों में	उत्पादों में
प्रारंभ में	1 (Fe में)	3 (Fe_3O_4 में)
संतुलित करने के लिए	1×3	3

अब समीकरण इस प्रकार होगा:



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

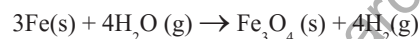


समीकरणों के दोनों ओर तत्वों के परमाणुओं की संख्या बराबर है। यह समीकरण अब संतुलित है। रासायनिक समीकरणों को संतुलित करने की इस विधि को अनुमान विधि (Hit-and-Trial method) कहा जाता है।

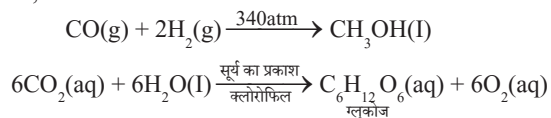
- ❑ **चरण VI:** रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनापूर्ण बनाने के लिए, अभिकारकों और उत्पादों की भौतिक अवस्थाओं का उल्लेख किया जाता है। अभिकारकों और उत्पादों की गैस, द्रव, जलीय और ठोस अवस्थाओं को क्रमशः (g), (l), (aq) और (s) संकेतों द्वारा दर्शाया जाता है।

नोट: यदि अभिकारक या उत्पाद जल में विलयन के रूप में उपस्थित होते हैं, तब उनके आगे (aq) लिखा जाता है।

संतुलित समीकरण इस प्रकार होगा:



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

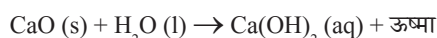


रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रकार

- रासायनिक अभिक्रिया के दौरान, न तो एक तत्त्व के परमाणु दूसरे तत्त्व के परमाणुओं में बदलते हैं और न ही कोई परमाणु मिश्रण से बाहर जाता है और न ही बाहर से मिश्रण में आता है।
- वास्तव में, रासायनिक अभिक्रिया में परमाणुओं के आपसी आबंध के टूटने एवं जुड़ने से नए पदार्थों का निर्माण होता है।

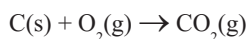
संयोजन अभिक्रिया

- जब दो या दो से अधिक अभिकारक मिलकर एकल उत्पाद का निर्माण करते हैं, तो ऐसी अभिक्रिया को संयोजन अभिक्रिया कहते हैं। उदाहरण के लिए,
 - कैल्शियम ऑक्साइड जल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करके बुझा हुआ चूना (कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड) बनाता है, जिससे अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा निकलती है।

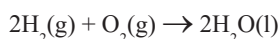


इस अभिक्रिया में, कैल्शियम ऑक्साइड और जल मिलकर एकल उत्पाद, कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं।

- कोयले का दहन

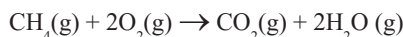


- $\text{H}_2\text{(g)}$ और $\text{O}_2\text{(g)}$ से जल निर्माण



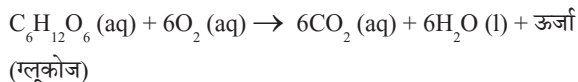
ऊष्माक्षेपी रासायनिक अभिक्रिया: ऐसी अभिक्रियाएँ जिनमें उत्पादों के निर्माण के साथ-साथ ऊष्मा भी निकलती है, **ऊष्माक्षेपी रासायनिक अभिक्रियाएँ** कहलाती हैं। उदाहरण के लिए,

- प्राकृतिक गैस का जलना:**



- श्वसन:**

पाचन के दौरान, भोजन सरल पदार्थों में विघटित हो जाता है। उदाहरण के लिए, चावल, आलू आदि में कार्बोहाइड्रेट उपस्थित होते हैं। ये कार्बोहाइड्रेट टूटकर ग्लूकोज बनाते हैं। यह ग्लूकोज हमारे शरीर की कोशिकाओं में ऑक्सीजन के साथ मिलकर ऊर्जा प्रदान करता है।



वियोजन (अपघटन) अभिक्रिया

- इस अभिक्रिया में एकल अभिकर्मक टूटकर छोटे-छोटे उत्पाद प्रदान करता है। उदाहरण के लिए,

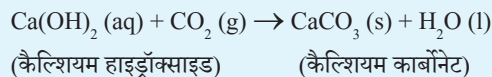


फेरस सल्फेट क्रिस्टल ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) को गर्म करने पर उसमें उपस्थित जल वाष्पित हो जाता है और क्रिस्टल का हरा रंग बदल जाता है। इसके उपरांत यह फेरिक ऑक्साइड (Fe_2O_3), सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) और सल्फर ट्राइऑक्साइड (SO_3) में वियोजित हो जाता है।

- ऊष्मा देने पर कैल्शियम कार्बोनेट (चूना पत्थर) का कैल्शियम ऑक्साइड (जिसे चूना या क्विकलाइम कहा जाता है) और कार्बन डाइऑक्साइड में वियोजित होना एक प्रमुख वियोजन अभिक्रिया है, जिसका उपयोग विभिन्न उद्योगों में किया जाता है। इसके कई उपयोग हैं जैसे सीमेंट के निर्माण में। ऊष्मा के द्वारा की गई वियोजन अभिक्रिया को **ऊष्मीय वियोजन** कहते हैं।

क्या आप जानते हैं?

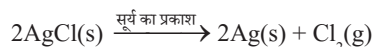
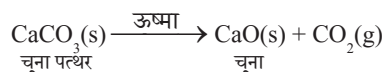
बुझे हुए चूने के विलयन का प्रयोग दीवारों पर पुताई के लिए किया जाता है। कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड वायु में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड के साथ धीमी गति से अभिक्रिया करके दीवारों पर कैल्शियम कार्बोनेट की एक पतली परत बना देता है और इससे दीवारों पर चमक आ जाती है। रोचक बात यह है की संगमरमर का रासायनिक सूत्र भी CaCO_3 ही है।



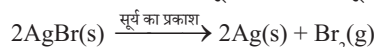
विचारणीय बिंदु

अभिक्रियाएँ ऊष्माक्षेपी और ऊष्माक्षेपी हो सकती हैं तथा इस दौरान ऊष्मा न तो निर्मित होती है और न ही नष्ट होती है, जो कि ऊष्मागतिकी का पहला नियम है। क्या आप सोच सकते हैं कि ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के लिए ऊष्मा का स्रोत क्या है? और ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं में किस प्रकार की ऊष्मा निकलती है और इस ऊष्मा के निकलने का क्या महत्व है?





सफेद सिल्वर क्लोराइड सूर्य के प्रकाश में धूसर हो जाता है।

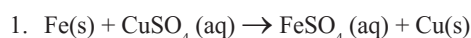


सिल्वर क्लोराइड और सिल्वर ब्रोमाइड की उपर्युक्त अभिक्रियाओं का उपयोग श्वेत-श्याम फोटोग्राफी में किया जाता है।

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

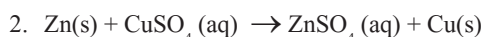
विस्थापन अभिक्रिया

- ऐसी अभिक्रिया जिसमें अधिक क्रियाशील तत्त्व किसी यौगिक से कम क्रियाशील तत्त्व को विस्थापित कर देता है, **विस्थापन अभिक्रिया** कहलाती है। उदाहरण के लिए,

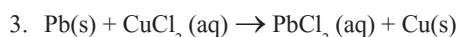


(आयरन सल्फेट)

लोहे की कील भूरे रंग की हो जाती है और कॉपर सल्फेट के नीले विलयन का रंग फीका पड़ जाता है। इस अभिक्रिया में, लोहे द्वारा कॉपर सल्फेट के विलयन से दूसरे तत्त्व, कॉपर को विस्थापित या हटा दिया जाता है।



(कॉपर सल्फेट) (ज़िंक सल्फेट)

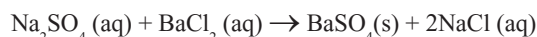


(कॉपर क्लोराइड) (लेड क्लोराइड)

जस्ता और सीसा तांबे की तुलना में अधिक अभिक्रियाशील तत्त्व हैं।

द्विविस्थापन अभिक्रिया

- ऐसी अभिक्रियाएँ जिनमें अभिकारकों के बीच आयनों का आदान-प्रदान होता है, **द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ** कहलाती हैं। उदाहरण के लिए,



(सोडियम सल्फेट) (बेरियम क्लोराइड) (बेरियम सल्फेट) (सोडियम क्लोराइड)

- SO_4^{2-} और Ba^{2+} की अभिक्रिया से BaSO_4 का सफेद अवक्षेप बनता है। अभिक्रियास्वरूप बनने वाला यह अघुलनशील पदार्थ **अवक्षेप** कहलाता है। जिस अभिक्रिया में अवक्षेप का निर्माण होता है, उसे **अवक्षेपण अभिक्रिया** कहा जाता है।

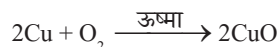
- दूसरा उत्पाद सोडियम क्लोराइड है, जो विलयन में ही घुलित अवस्था में उपस्थित रहता है।

उपचयन और अपचयन

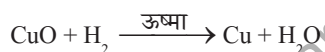
- एक अभिक्रिया के दौरान एक अभिकारक उपचयित हो जाता है जबकि दूसरा अपचयित हो जाता है। ऐसी अभिक्रियाओं को **उपचयन-अपचयन अभिक्रिया** या **रेडॉक्स अभिक्रिया** कहते हैं। उदाहरण के लिए;

- जब कॉपर पाउडर को गर्म किया जाता है, तो कॉपर पाउडर की सतह पर काले कॉपर ऑक्साइड की परत जम जाती है।

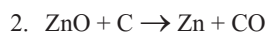
यह कॉपर ऑक्साइड कॉपर में ऑक्सीजन के योग से बना है।



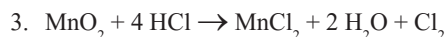
- यदि हाइड्रोजन गैस को इस गर्म पदार्थ (CuO) पर प्रवाहित किया जाए, तो सतह पर मौजूद काली परत भूरे रंग में परिवर्तित हो जाती है क्योंकि विपरीत अभिक्रिया संपन्न होती है और तांबा प्राप्त होता है।



- अभिक्रिया के समय जब किसी पदार्थ में ऑक्सीजन की वृद्धि होती है तो कहते हैं कि उसका उपचयन हुआ है। तथा जब अभिक्रिया में किसी पदार्थ में ऑक्सीजन का हास होता है तो कहते हैं कि उसका अपचयन हुआ है। इस अभिक्रिया में कॉपर ऑक्साइड में ऑक्सीजन का हास हो रहा है इसलिए यह अपचयित हुआ है। हाइड्रोजन में ऑक्सीजन की वृद्धि हो रही है इसलिए यह उपचयित हुआ है।



इस अभिक्रिया में कार्बन उपचयित होकर CO बनता है तथा ZnO अपचयित होकर Zn में परिवर्तित हो जाता है।



इस अभिक्रिया में HCl, Cl_2 में उपचयित तथा MnO_2 , MnCl_2 में अपचयित हुआ है।

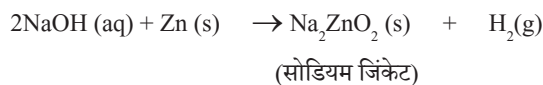
□ दैनिक जीवन में उपचयन अभिक्रियाओं के प्रभाव:

- **संक्षारण:** जब कोई धातु अपने आस-पास अम्ल, आर्द्रता आदि के संपर्क में आती है तब ये संक्षारित होती हैं और इस प्रक्रिया को **संक्षारण** कहते हैं। उदाहरण के लिए, लोहे की वस्तुओं को कुछ समय के लिए छोड़ देने पर उन पर लाल भूरे रंग की परत जम जाती है, जिसे लोहे में जंग लगने की प्रक्रिया कहते हैं। चाँदी के ऊपर काली परत व ताँबे के ऊपर हरी परत चढ़ना संक्षारण के अन्य उदाहरण हैं।
- **विकृतगंधिता:** उपचयित होने पर तेल एवं वसा विकृतगंधी हो जाते हैं तथा उनके स्वाद तथा गंध बदल जाते हैं। प्रायः तैलीय तथा वसायुक्त खाद्य सामग्रियों में उपचयन रोकने वाले पदार्थ (प्रति ऑक्सीकारक) मिलाए जाते हैं। वायुरोधी बर्तनों में खाद्य सामग्री रखने से उपचयन की गति धीमी हो जाती है। क्या आप जानते हैं कि चिप्स बनाने वाले चिप्स की थैली में से ऑक्सीजन हटाकर उसमें नाइट्रोजन जैसी कम सक्रिय गैस से युक्त कर देते हैं ताकि चिप्स का उपचयन न हो सके।

अम्लों और क्षारकों के रासायनिक गुण

अम्लों और क्षारकों की धातुओं के साथ अभिक्रिया

- जब धातु अम्लों के साथ अभिक्रिया करती है तो यह एक यौगिक का निर्माण करती है जो प्रायः **लवण और हाइड्रोजन गैस** होती हैं।



- धातुएँ क्षारकों के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं।

धातु कार्बोनेट और धातु हाइड्रोजन कार्बोनेट की अम्लों के साथ अभिक्रिया

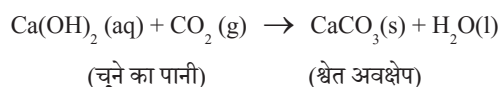
- सभी धातु कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट अम्लों के साथ अभिक्रिया करके लवण, कार्बन डाइऑक्साइड और जल बनाते हैं।



उदाहरण के लिए



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



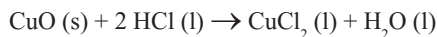
अत्यधिक मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित करने पर



चूना पत्थर, खड़िया और संगमरमर कैल्शियम कार्बोनेट के विविध रूप हैं।

धातु ऑक्साइड की अम्लों के साथ अभिक्रिया

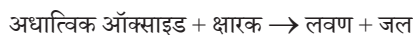
- धातु ऑक्साइड और अम्ल के बीच सामान्य प्रतिक्रिया इस प्रकार लिखी जा सकती है:



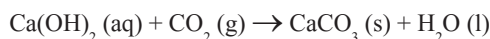
- चूँकि धातु ऑक्साइड अम्लों के साथ अभिक्रिया करके लवण और जल प्रदान करते हैं, जो अम्ल के साथ क्षारक की अभिक्रिया के समान ही है। धात्विक ऑक्साइड को **क्षारकीय ऑक्साइड** भी कहते हैं।

क्षारक के साथ एक अधात्विक ऑक्साइड की अभिक्रिया

- एक अधात्विक ऑक्साइड और एक क्षारक के बीच सामान्य अभिक्रिया को इस प्रकार लिखा जा सकता है



- उदाहरण के लिए, कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड, जो एक क्षारक है, कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया करके जल और लवण बनाता है।



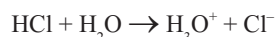
- चूँकि यह क्षारक और अम्ल के मध्य अभिक्रिया के समान है, इसलिए यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि अधात्विक ऑक्साइड अम्लीय प्रकृति के होते हैं।

सभी अम्लों एवं क्षारकों में क्या समानता है?**तालिका 8.7: अम्लों और क्षारकों के बीच अंतर**

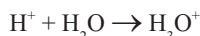
अम्ल	क्षारक
सभी अम्ल धातुओं के साथ अभिक्रिया करके हाइड्रोजन गैस बनाते हैं।	क्षारक जल में हाइड्रॉक्साइड आयनों को अलग कर देता है।
विद्युत धारा अम्लीय विलयन में आयनों के माध्यम से प्रवाहित होती है।	विद्युत धारा क्षारकीय विलयन में आयनों के माध्यम से प्रवाहित होती है।
अम्लों में H^+ आयन धनायन और ऋणायन के रूप में होते हैं, जैसे कि HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , CH_3COO^- तथा CH_3COOH में। चूँकि अम्लों में उपस्थित धनायन H^+ है, इससे पता चलता है कि अम्ल विलयन में हाइड्रोजन आयन H^+ (aq) उत्पन्न करते हैं, जो उनके अम्लीय गुणों के लिए उत्तरदायी होते हैं।	क्षारकों में OH^- आयन पाए जाते हैं।
उदाहरण HCl , H_2SO_4 , CH_3COOH आदि।	उदाहरण NaOH , KOH , Mg(OH)_2 आदि।

जलीय विलयन में अम्ल या क्षारक

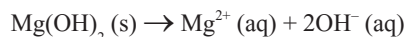
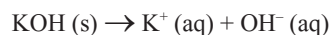
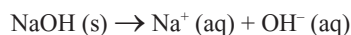
- HCl अणुओं से H^+ आयन का पृथक्करण जल की अनुपस्थिति में नहीं हो सकता।



- हाइड्रोजन आयन एकाकी रूप में नहीं पाए जाते, लेकिन वे जल के अणुओं के साथ उपस्थित होते हैं। इसलिए हाइड्रोजन आयनों को हमेशा H^+ (aq) या हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) के रूप में दर्शाया जाता है।



- जल में घुले क्षारक हाइड्रॉक्साइड (OH^-) आयन उत्पन्न करते हैं। उदाहरण के लिए,



- जल में अम्ल या क्षारक को घोलने की प्रक्रिया अत्यधिक ऊष्माक्षेपी होती है।
- अम्ल या क्षारक को जल में मिलाने से प्रति इकाई आयतन में आयनों ($\text{H}_3\text{O}^+/\text{OH}^-$) की सांद्रता में कमी आती है। ऐसी प्रक्रिया को **तनुकरण** कहते हैं और अम्ल या क्षारक तनुकृत होते हैं।

क्या आप जानते हैं?

सभी क्षारक जल में नहीं घुलते। जो क्षारक जल में घुलनशील होते हैं उन्हें क्षार (Alkali) कहते हैं। इनका स्पर्श साबुन की तरह, स्वाद कड़वा और प्रकृति संक्षारक होती है।

लवण

समान धन या ऋण मूलक वाले लवणों को एक ही परिवार का कहा जाता है। उदाहरण के लिए, NaCl और Na_2SO_4 सोडियम लवण के परिवार से संबंधित हैं। इसी तरह, NaCl और KCl , क्लोराइड लवण के परिवार से संबंधित हैं।

लवण का pH

- प्रबल अम्ल और प्रबल क्षारक के लवण का pH मान 7 होता है और ये उदासीन होते हैं।
- प्रबल अम्ल और दुर्बल क्षारक के लवण का pH मान 7 से कम होता है और ये अम्लीय होते हैं।
- प्रबल क्षारक और दुर्बल अम्ल के लवण का pH मान 7 से अधिक होता है और ये क्षारकीय होते हैं।

साधारण नमक से रसायन

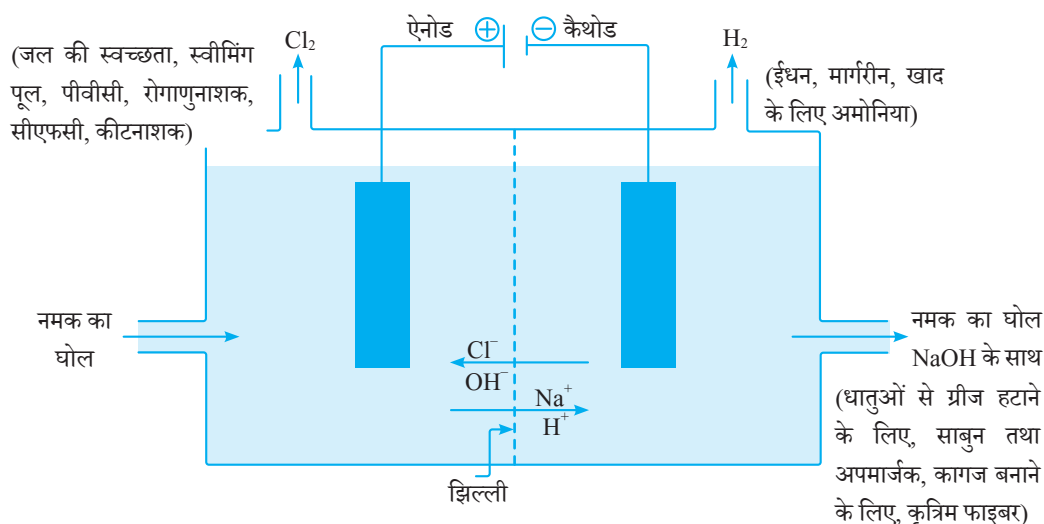
- हाइड्रोक्लोरिक एसिड और सोडियम हाइड्रॉक्साइड के अभिक्रिया से बनने वाले लवण को सोडियम क्लोराइड कहा जाता है।
- विश्व के कई हिस्सों में ठोस लवण के भंडार भी पाए जाते हैं और अक्सर अशुद्धियों के कारण भूरे रंग के होते हैं। इसे **खनिज नमक** कहा जाता है।
- समुद्र के किसी हिस्से के सूखने से खनिज नमक के भंडार निर्मित हुए थे। खनिज नमक का कोयले की तरह खनन किया जाता है।

साधारण नमक - रसायनों के लिए कच्चा माल

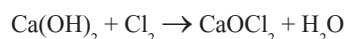
- साधारण नमक हमारे दैनिक उपयोग के कई पदार्थों, जैसे- सोडियम हाइड्रॉक्साइड, बेकिंग सोडा, वाशिंग सोडा, विरंजक चूर्ण आदि के लिए एक महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है।

सोडियम हाइड्रॉक्साइड

- सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन (लवण जल) से विद्युत प्रवाहित करने पर यह वियोजित होकर सोडियम हाइड्रॉक्साइड उत्पन्न करता है। इस प्रक्रिया को **क्लोरो-क्षार प्रक्रिया** कहते हैं, क्योंकि इससे निर्मित उत्पाद क्लोरीन (क्लोरो) एवं सोडियम हाइड्रॉक्साइड (क्षार) होते हैं। एनोड पर क्लोरीन गैस और कैथोड पर हाइड्रोजन गैस मुक्त होती है। कैथोड पर सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन का निर्माण भी होता है।

**चित्र 8.3:** क्लोरो-क्षारक प्रक्रिया से बने महत्वपूर्ण उत्पाद**विरंजक चूर्ण**

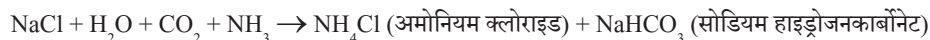
क्लोरीन सोडियम क्लोराइड (लवण जल) के विद्युत अपघटन से बनता है और इसका उपयोग विरंजक चूर्ण बनाने के लिए किया जाता है। विरंजक चूर्ण (CaOCl_2) का निर्माण शुष्क बुझे हुए चूने $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ की क्लोरीन की अभिक्रिया के परिणामस्वरूप होता है।

**विरंजक चूर्ण के उपयोग**

- कपड़ा उद्योग में कपास और लिनन कागज निर्माण में लकड़ी की लुगदी तथा लॉन्ड्री में धुले कपड़ों को ब्लीच करने के लिए प्रयोग।
- कई रासायनिक उद्योगों में उपचायक के रूप में।
- पेयजल को जीवाणुओं से मुक्त करने के लिए।

बेकिंग सोडा

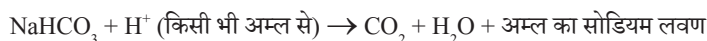
बेकिंग सोडा का प्रयोग रसोई में स्वादिष्ट कुरकुरे पकौड़े आदि बनाने के लिए किया जाता है। कभी-कभी इसका उपयोग खाने को शीघ्रता से पकाने के लिए भी किया जाता है। इस यौगिक का रासायनिक नाम **सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट** (NaHCO_3) है। इसे कच्चे माल के रूप में सोडियम क्लोराइड का उपयोग करके बनाया जाता है।



जब इसे खाना पकाने के दौरान गर्म किया जाता है तो निम्नलिखित अभिक्रिया होती है:

**बेकिंग सोडा के उपयोग**

- बेकिंग पाउडर बनाने के लिए, जो बेकिंग सोडा (सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट) और टार्टरिक अम्ल जैसे एक मंद खाद्य अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को गर्म किया जाता है या जल में मिलाया जाता है तो निम्न अभिक्रिया होती है:

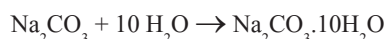


इस अभिक्रिया से उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड के द्वारा ब्रेड या केक में खमीर उठाया जा सकता है जिससे वे नरम और स्पंजी हो जाते हैं।

- यह एंटासिड में भी एक घटक है। क्षारकीय होने के कारण, यह पेट में अम्ल की अधिकता को उदासीन करके राहत प्रदान करता है।
- इसका उपयोग सोडा-अम्ल अग्निशामक में भी किया जाता है।

धोने का सोडा

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

**धोने का सोडा के उपयोग**

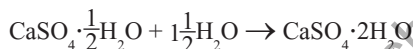
- इसका उपयोग काँच, साबुन और कागज उद्योगों में किया जाता है।
- इसका उपयोग बोरेक्स जैसे सोडियम यौगिकों के निर्माण में किया जाता है।
- सोडियम कार्बोनेट का उपयोग घरेलू उद्देश्यों के लिए सफाई में किया जा सकता है।
- इसका उपयोग जल की स्थायी कठोरता को दूर करने के लिए किया जाता है।

क्या लवणों के क्रिस्टल वास्तव में शुष्क होते हैं?

- कॉपर सल्फेट के क्रिस्टल जो शुष्क दिखते हैं, उनमें क्रिस्टलीकरण का जल उपस्थित होता है। जब क्रिस्टल को गर्म किया जाता है, तो यह जल निकल जाता है और लवण का रंग सफेद हो जाता है। अगर हम क्रिस्टल को फिर से जल से गीला करते हैं, तो क्रिस्टल का नीला रंग पुनः वापस आ जाता है।
- लवण के एक सूत्र इकाई में जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन का जल कहते हैं।
- कॉपर सल्फेट की एक सूत्र इकाई में जल के पाँच अणु उपस्थित होते हैं। जलीय कॉपर सल्फेट का रासायनिक सूत्र $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ है।
- जिप्सम एक अन्य लवण है, जिसमें क्रिस्टलन का जल होता है। इसमें क्रिस्टलन के जल के दो अणु होते हैं। इसका रासायनिक सूत्र $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ है।

प्लास्टर ऑफ पेरिस

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



- प्लास्टर ऑफ पेरिस का उपयोग खिलौने बनाने, सजावट की सामग्री बनाने और सतहों को चिकना बनाने के लिए किया जाता है।

निष्कर्ष

अंततः हम जिन पदार्थों का उपयोग करते हैं वे अम्ल या क्षारक हो सकते हैं। ये पदार्थ ऐसे परिवर्तन प्रदर्शित करते हैं जो उत्क्रमणीय या अनुत्क्रमणीय हो सकते हैं। रासायनिक परिवर्तन हमारे जीवन में बहुत महत्वपूर्ण हैं क्योंकि सभी नए पदार्थ रासायनिक परिवर्तनों के परिणामस्वरूप बनते हैं। रासायनिक परिवर्तनों को रासायनिक समीकरण द्वारा दर्शाया जा सकता है, साथ ही, इन पदार्थों के रासायनिक गुण हमारे दैनिक जीवन में कई तरह से महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

महत्वपूर्ण शब्दावलि

- ❖ **अम्ल:** अम्ल स्वाद में खट्टे होते हैं, जो नीले लिटमस को लाल कर देता है।
- ❖ **क्षारक:** क्षारक स्वाद में कड़वे और छूने पर साबुन जैसे होते हैं, जो लाल लिटमस को नीला कर देते हैं।
- ❖ **उदासीन:** वे पदार्थ जो न तो अम्लीय होते हैं और न ही क्षारकीय, उदासीन कहलाते हैं।
- ❖ **सूचक:** ऐसे पदार्थों के विलयन जो अम्लीय, क्षारकीय और उदासीन विलयन में अलग-अलग रंग दिखाते हैं, सूचक कहलाते हैं।
- ❖ **अम्ल-क्षारक सूचक:** अम्ल-क्षारक सूचक रंजक या रंजकों के मिश्रण होते हैं, जिनका उपयोग अम्ल और क्षारक की उपस्थिति को इंगित करने के लिए किया जाता है।
- ❖ **लवण:** अम्ल और क्षारक एक दूसरे को उदासीन करके लवण बनाते हैं, जो प्रकृति में अम्लीय, क्षारकीय या उदासीन हो सकता है।
- ❖ **भौतिक परिवर्तन:** भौतिक परिवर्तन पदार्थों के भौतिक गुणों में परिवर्तन हैं, जिनमें कोई नया पदार्थ नहीं बनता है। ये परिवर्तन उत्क्रमणीय हो सकते हैं।
- ❖ **रासायनिक परिवर्तन:** रासायनिक परिवर्तनों में नए पदार्थ बनते हैं।
- ❖ **संयोजन अभिक्रिया:** एक संयोजन अभिक्रिया में दो या अधिक पदार्थ मिलकर एक नया पदार्थ बनाते हैं।
- ❖ **वियोजन (अपघटन) अभिक्रिया:** वियोजन अभिक्रिया, संयोजन अभिक्रियाओं के विपरीत होती है। इन अभिक्रियाओं में, एक पदार्थ अपघटित होकर दो या अधिक पदार्थ प्रदान करता है।
- ❖ **ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएँ:** वे अभिक्रियाएँ जिनमें उत्पादों के साथ ऊष्मा भी निकलती है, ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाएँ कहलाती हैं।
- ❖ **ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ:** वे अभिक्रियाएँ जिनमें ऊर्जा अवशोषित होती है, ऊष्माशोषी अभिक्रियाएँ कहलाती हैं।
- ❖ **विस्थापन अभिक्रियाएँ:** जब कोई तत्व किसी यौगिक से दूसरे तत्व को विस्थापित करता है, तो विस्थापन अभिक्रिया होती है।
- ❖ **द्विविस्थापन अभिक्रियाएँ:** द्विविस्थापन अभिक्रियाओं में दो अलग-अलग परमाणु या परमाणुओं के समूह (आयन) का आदान-प्रदान होता है।
- ❖ **उपचयन और अपचयन:** रासायनिक अभिक्रिया के समय किसी पदार्थ में ऑक्सीजन का योग या हाइड्रोजन का हास होने पर 'उपचयन' तथा ऑक्सीजन का निष्कासन या हाइड्रोजन का योग होने पर 'अपचयन' होता है।



धातु एवं अधातु

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-2 तथा कक्षा-X के अध्याय-3 व 4 का सारांश शामिल है।

परिचय

हम सभी अपने दैनिक जीवन में जिन वस्तुओं का उपयोग करते हैं, वे विभिन्न प्रकार की पदार्थों से बनी होती हैं। इन सभी पदार्थों का द्रव्यमान, आकार होता है और इन्हें कई मानदंडों के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है, जिसमें उनकी भौतिक अवस्था, सामग्रियों के गुणधर्म आदि शामिल हैं।

पदार्थों के गुणधर्म

विभिन्न गुणधर्मों के आधार पर, पदार्थों को विभिन्न वर्गों में विभेदित किया जा सकता है। नीचे तत्त्वों के गुण सूचीबद्ध हैं।

- ❑ **पदार्थ की अवस्था:** सर्वप्रथम पदार्थों को 3 अवस्थाओं- ठोस, द्रव और गैस के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है।
- ❑ **रूप:** पदार्थों को वर्गीकृत करने के लिए उपयोग किया जाने वाला दूसरा मानदंड उनके रूप पर आधारित है। पदार्थों के आकार, रंग, संरचना, कठोरता, कोमलता और चमक भिन्न-भिन्न होते हैं।
- ❑ **घुलनशीलता:** विभिन्न पदार्थों को अलग करने के लिए उपयोग किया जाने वाला तीसरा मानदंड उनकी घुलनशीलता पर आधारित है। घुलनशीलता जल में घुलनशील और अघुलनशील होने पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, नमक और चीनी पानी में घुलनशील हैं। खड़िया और रेत पानी में अघुलनशील हैं।
- ❑ **धातु और अधातु:** वर्गीकरण का चौथा मानदंड धातु और अधातु पर आधारित है। लोहा, ताँबा और सोना धातु के उदाहरण हैं और कोयला, खड़िया और रबर अधातु के उदाहरण हैं।
- ❑ **पारदर्शिता की मात्रा:** वर्गीकरण का पाँचवा मानदंड वस्तुओं के माध्यम से प्रकाश संचरण पर आधारित है, जिसमें अपारदर्शी, पारभासी और पारदर्शी शामिल हैं।

पदार्थ और उनका वर्गीकरण

पदार्थों को उनके गुणधर्मों जैसे आकार, कठोरता, पारदर्शिता, घुलनशीलता या घनत्व में समानता के आधार पर वर्गीकृत किया जाता है।

रूप

- ❑ **पॉलिशिंग:** पदार्थों को उनके रूप के आधार पर एक-दूसरे से अलग किया जा सकता है। हीरा और सोना जैसी धातुएँ चमकदार होती हैं। ग्रेफाइट और लकड़ी जैसी कुछ अन्य वस्तुएँ चमकदार नहीं होती हैं और उन्हें आमतौर पर चमकहीन सामग्री के रूप में जाना जाता है।
- ❑ **धातु की पॉलिशिंग:** धातु की पॉलिशिंग, धात्विक सतहों के टिकाऊपन और बनावट में सुधार करने की एक विधि है क्योंकि यह उनके खराब होने या जंग लगने की संभावना बहुत कम कर देती है। यह धातु की सतहों पर एक सुरक्षा कवच के रूप में कार्य करती है और उनके ऑक्सीकरण को रोकने में सहायक होती है।

कठोरता

- ❑ **कठोरता:** किसी पदार्थ पर किसी नियत सीमा तक बाह्य बल आरोपित करने पर उसके विखंडित न होने के गुण को कठोरता कहा जाता है।
- ❑ **शक्ति और तन्यता:** उच्च शक्ति और उच्च तन्यता वाली सामग्री में कम शक्ति और उच्च तन्यता वाली सामग्री की तुलना में अधिक कठोरता होगी।
- ❑ **कोमल /कठोर पदार्थ:** वे पदार्थ जिन्हें आसानी से दबाया या विकृत किया जा सकता है उन्हें **कोमल** पदार्थ कहा जाता है। जबकि वे पदार्थ जिन्हें मोड़ना या संपीड़ित करना कठिन होता है, उन्हें **कठोर** पदार्थ कहा जाता है।



घुलनशीलता

- कुछ पदार्थ जल में पूरी तरह से लुप्त हो जाते हैं। ये पदार्थ जल में घुलनशील होते हैं।
- किंतु कुछ पदार्थ जल में लुप्त नहीं होते हैं और यथावत बने रहते हैं, ये पदार्थ जल में अघुलनशील होते हैं।

प्लवन

उत्प्लावन (Buoyancy): जब कोई वस्तु तरल में डुबोई जाती है या उसमें डूबी होती है तो तरल द्वारा वस्तु पर ऊपर की ओर लगाया गया बल **उत्प्लावन** बल कहलाता है। पदार्थों को जल में डूबने या तैरने के आधार पर वर्गीकृत किया जा सकता है, जैसे- एक पत्ता पानी पर तैरता है, जबकि दूसरी ओर एक धातु का चम्मच पानी में डूब जाता है।

घनत्व

घनत्व को किसी वस्तु के प्रति इकाई आयतन के द्रव्यमान के रूप में परिभाषित किया जाता है। घनत्व के कारण ही कुछ वस्तुएँ डूबती और तैरती हैं। इसका SI मात्रक kg/m^3 है।

पारदर्शिता

पदार्थों को प्रकाश संचारित करने की उनकी क्षमता के आधार पर तीन मुख्य श्रेणियों में बाँटा जा सकता है।

- **पारदर्शी:** वह वस्तु जो प्रकाश को अपने से होकर गुजरने देती है, उसे **पारदर्शी** वस्तु कहते हैं। हम पारदर्शी वस्तु के आर-पार साफ देख सकते हैं, जैसे- काँचा।
- **पारभासी (Translucent):** वह वस्तु जो प्रकाश को आंशिक रूप से गुजरने देती है, उसे **पारभासी** वस्तु कहते हैं। उदाहरण: प्लास्टिक की बोतल, कागज का कप आदि।
- **अपारदर्शी (Opaque):** वह वस्तु जो प्रकाश को पार नहीं होने देती, उसे **अपारदर्शी** वस्तु कहते हैं। हम अपारदर्शी वस्तु के आर-पार नहीं देख सकते। **उदाहरण:** लकड़ी, धातुएँ।



चित्र 9.1: कुछ वस्तुएँ पानी में तैरती हैं, जबकि अन्य उसमें डूब जाती हैं।

धातुओं के गुण**धातुओं के भौतिक गुण**

- धातुएँ कठोर होती हैं और उनमें उच्च तनन सामर्थ्य होती है।
 - कार्बन एकमात्र अधातु है, जिसमें बहुत उच्च तनन सामर्थ्य होती है।
- धातुएँ आमतौर पर कमरे के तापमान पर ठोस अवस्था में होती हैं। लेकिन पारा एक ऐसी धातु है, जो कमरे के तापमान पर तरल रूप में पाई जाती है।
- **ध्वनि:** धातुएँ किसी चीज से टकराने पर एक विशिष्ट ध्वनि उत्पन्न करती हैं।
- धातुएँ ऊष्मा और विद्युत की सुचालक होती हैं। **अपवाद:** ग्रेफाइट (अधातु) ऊष्मा और विद्युत का सुचालक है।
- **आघातवर्धता:** धातुओं को पीटकर पतली चादरें बनाई जा सकती हैं।
- **तन्यता:** धातुओं को खींचकर पतले तार बनाए जा सकते हैं।
- **गलनांक और क्वथनांक (Melting and Boiling Points):** धातुओं के गलनांक और क्वथनांक उच्च होते हैं (सीजियम (Cs) और गैलियम (Ga) को छोड़कर)। कार्बन (अधातु) का एक अपरूप ग्रेफाइट, उच्च क्वथनांक वाला होता है और कमरे के तापमान पर ठोस अवस्था में मौजूद होता है।
- **घनत्व:** धातुओं का घनत्व उच्च होता है (क्षार धातुओं को छोड़कर)। ऑस्मियम का घनत्व सबसे अधिक होता है, और लीथियम का घनत्व सबसे कम होता है।
- **चमकदार (Lustrous):** धातुओं में अपनी सतह से प्रकाश को परावर्तित करने का गुण होता है और उन्हें पॉलिश किया जा सकता है, जैसे सोना, चाँदी और ताँबा। आयोडीन और कार्बन अधातुएँ हैं, जो चमकदार होती हैं। ध्यातव्य है कि कार्बन केवल कुछ अपरूपों जैसे हीरे और ग्रेफाइट में ही चमकदार होता है।
- **रंग:** धातुएँ सिल्वर-ग्रे रंग की होती हैं (सोने और ताँबे को छोड़कर)।

विचारणीय बिंदु

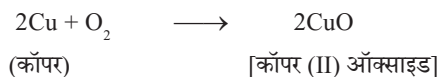
धातुएँ कठोर होने के बावजूद लचीली और आघातवर्ध होती हैं। विचार कीजिए कि धातुओं की संरचना जो इन्हें कठोरता प्रदान करती है, उपर्युक्त गुण कैसे प्रदान करती है?



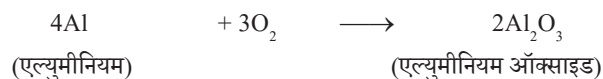
धातुओं के रासायनिक गुण

□ धातुओं की ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया (वायु में दहन):

- धातु ऑक्साइड का निर्माण तब होता है जब धातुओं को वायु में दहन किया जाता है और वे वायु में उपस्थित ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया करती हैं। धातु ऑक्साइड की प्रकृति क्षारकीय होती है।
- धातु + ऑक्सीजन → धातु ऑक्साइड (क्षारकीय)।
- उदाहरण के लिए, जब ताँबे को वायु की उपस्थिति में गर्म किया जाता है, तो यह ऑक्सीजन के साथ मिलकर कॉपर (II) ऑक्साइड बनाता है।

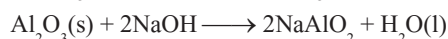
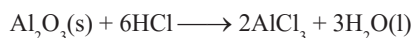


- इसी तरह, एल्युमीनियम, एल्युमीनियम ऑक्साइड बनाता है:



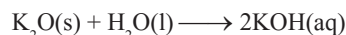
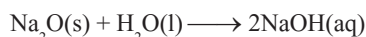
□ धातुओं के उभयधर्मी ऑक्साइड

- उभयधर्मी ऑक्साइड धातु ऑक्साइड होते हैं जो अम्ल और क्षार दोनों के साथ प्रतिक्रिया करके लवण और जल बनाते हैं।



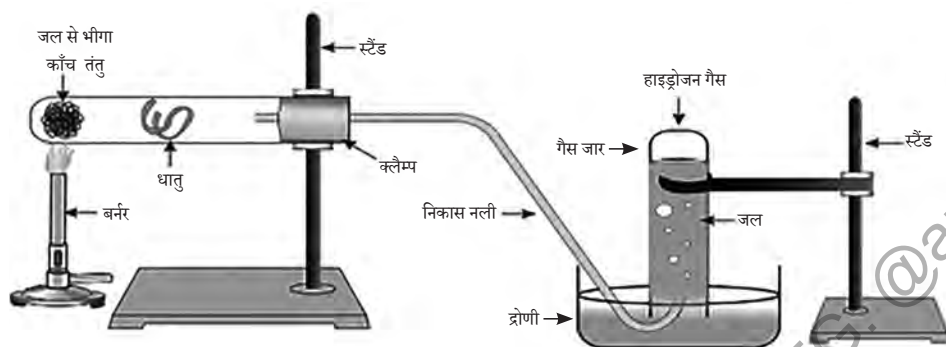
□ धातुओं के मूल ऑक्साइड:

- धातु ऑक्साइड क्रिस्टलीय ठोस होते हैं, जिनमें एक धातु धनायन और एक ऑक्साइड ऋणायन होता है। वे आमतौर पर जल के साथ प्रतिक्रिया करके क्षार बनाते हैं या अम्ल के साथ प्रतिक्रिया करके लवण बनाते हैं। इस प्रकार, इन यौगिकों को अक्सर मूल ऑक्साइड कहा जाता है।
- कुछ धातु ऑक्साइड जल में घुलनशील होते हैं और क्षार बनाते हैं। उनका जलीय घोल लाल लिटमस को नीला कर देता है।



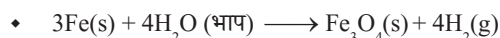
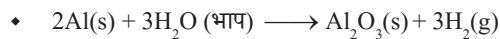
□ धातुओं की जल या भाप के साथ अभिक्रिया:

- एल्युमीनियम, लोहा और जस्ता ऐसी धातुएँ, न तो ठंडे और न ही गर्म जल के साथ अभिक्रिया करती हैं। हालाँकि, जब ये भाप के संपर्क में आती हैं, तो धातु ऑक्साइड और हाइड्रोजन का निर्माण करती हैं।
- सीसा, ताँबा, चाँदी और सोना ऐसी धातुएँ हैं, जो जल के साथ अभिक्रिया नहीं करती हैं।
- कैल्शियम जल में तैरने लगता है क्योंकि इसकी सतह पर हाइड्रोजन के बुलबुले चिपक जाते हैं।
- धातु + जल → धातु हाइड्रॉक्साइड या धातु ऑक्साइड + हाइड्रोजन



चित्र 9.2: धातु पर भाप की क्रिया

- $2\text{Na}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{ऊष्मा}$
- $2\text{K}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2(\text{g}) + \text{ऊष्मा}$
- $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$



□ धातुओं की अम्ल के साथ अभिक्रिया

- जब किसी धातु को अम्ल में डुबोया जाता है, तो वह रासायनिक अभिक्रिया के कारण छोटी होती जाती है। इस दौरान, गैस का निर्माण भी होता है। अर्थात् अभिक्रिया के परिणामस्वरूप हाइड्रोजन गैस के बुलबुले बनते हैं।



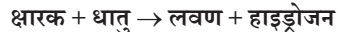
- जब कोई धातु नाइट्रिक एसिड के साथ अभिक्रिया करती है तो हाइड्रोजन गैस नहीं बनती है। ऐसा इसलिए है क्योंकि HNO_3 एक प्रबल ऑक्सीकारक है। यह उत्पन्न H_2 को ऑक्सीकृत करके जल में परिवर्तित कर देता है और स्वयं नाइट्रोजन के किसी ऑक्साइड (N_2O , NO , NO_2) में अपचयित हो जाता है।
- लेकिन मैग्नीशियम (Mg) और मैंगनीज (Mn), तनु HNO_3 के साथ अभिक्रिया करके H_2 गैस बनाते हैं। मैग्नीशियम के साथ अभिक्रिया के परिणामस्वरूप में बुलबुले बनने की दर सबसे तीव्र होती है।
- अभिक्रियाशीलता $\text{Mg} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe}$ के क्रम में घटती है।
- तांबे की स्थिति में न तो बुलबुलों का निर्माण होता है और न ही ताप में कोई परिवर्तन होता है। यह दर्शाता है कि ताँबा तनु HCl के साथ अभिक्रिया नहीं करता है।

□ धातुओं की अन्य धातु लवणों के विलयनों के साथ अभिक्रिया:

- धातु विस्थापन अभिक्रिया:** एक अधिक अभिक्रियाशील धातु विस्थापन अभिक्रिया में अपने लवण विलयन से कम अभिक्रियाशील धातु को प्रतिस्थापित कर देती है। धातु विस्थापन अभिक्रिया इस अभिक्रिया का सामान्य नाम है।
- कुछ नियमित रूप से उपयोग की जाने वाली धातुओं की अभिक्रियाशीलता को घटते क्रम में व्यवस्थित किया गया है। इसे **अभिक्रियाशीलता या सक्रियता श्रेणी** कहा जाता है।
- धातु A + धातु B का लवण विलयन $\rightarrow$ धातु A का लवण विलयन + धातु B

□ धातुओं की क्षारकों के साथ अभिक्रिया:

- सभी क्षारक जल में घुलनशील नहीं होते हैं। जल में घुलनशील क्षारक को **क्षार (Alkali)** कहते हैं। इनका स्पर्श साबुन की तरह, स्वाद कड़वा होता है तथा प्रकृति संक्षारक होती है। जब ये अम्लों के साथ रासायनिक अभिक्रिया करते हैं, लवण बनाते हैं। **क्षार लाल लिटमस पेपर को नीले रंग में बदल देते हैं।**



□ सक्रियता/अभिक्रियाशीलता श्रेणी:

- अभिक्रियाशीलता श्रेणी** धातुओं की एक सूची है जो अवरोही क्रियाशीलता के क्रम में व्यवस्थित होती है।
- धातुओं की यह श्रेणी, जिसे **सक्रियता श्रेणी** के रूप में भी जाना जाता है, धातुओं की उनकी अभिक्रियाशीलता के अवरोही क्रम में व्यवस्था को संदर्भित करती है। (तालिका 9.1 देखें)

तालिका 9.1: अभिक्रियाशीलता श्रेणी: धातुओं की सापेक्ष अभिक्रियाशीलता

K	पोटेशियम	सबसे अधिक अभिक्रियाशील
Na	सोडियम	
Ca	कैल्शियम	
Mg	मैग्नीशियम	
Al	एल्युमीनियम	
Zn	जिंक	अभिक्रियाशीलता घटती है
Fe	आयरन	
Pb	लेड	
[H]	[हाइड्रोजन]	
Cu	ताँबा	
Hg	पारा	
Ag	चाँदी	
Au	सोना	सबसे कम अभिक्रियाशील

- **पोटेशियम और सोडियम** जैसी धातुएँ इतनी तीव्रता से अभिक्रिया करती हैं कि खुले में रखने पर वे आग पकड़ लेती हैं। इसलिए, उन्हें बचाने और आकस्मिक आग को रोकने के लिए, मिट्टी के तेल में डुबोकर रखा जाता है।
 - सामान्य तापमान पर, मैग्नीशियम, एल्युमीनियम, जिंक, लेड आदि जैसी धातुओं की सतह पर ऑक्साइड की एक पतली परत चढ़ जाती है।
 - ऑक्साइड की यह परत धातुओं को पुनः ऑक्सीकरण से सुरक्षित रखती है।
 - गर्म करने पर लोहा का दहन तो नहीं होता है, लेकिन जब बर्नर की ज्वाला में लौह चूर्ण डालते हैं तब वह तेजी से जलने लगता है। कॉपर का दहन तो नहीं होता है, लेकिन गर्म धातु पर कॉपर (II) ऑक्साइड की काले रंग की परत चढ़ जाती है।
 - चाँदी और सोना उच्च तापमान पर भी ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया नहीं करते हैं।
- **धातुओं और अधातुओं की प्रतिक्रिया (Reaction of Metals and Non-Metals)**
- सोडियम परमाणु के बाह्यतम कोश में केवल एक इलेक्ट्रॉन है। यदि यह अपने M कोश से एक इलेक्ट्रॉन को त्याग देता है तब L कोश इसका बाह्यतम कोश बन जाता है, जिसमें स्थायी अष्टक उपस्थित है।
 - इस परमाणु के नाभिक में 11 प्रोटॉन हैं, लेकिन इलेक्ट्रॉनों की संख्या 10 होने के कारण इसमें धन आवेश की अधिकता होती है तथा यह सोडियम धनायन Na^+ प्रदान करता है। दूसरी ओर, क्लोरीन के बाह्यतम कोश में 7 इलेक्ट्रॉन होते हैं तथा अष्टक पूर्ण होने के लिए इसे एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। यदि सोडियम और क्लोरीन अभिक्रिया करते हैं, तो सोडियम द्वारा त्यागा गया एक इलेक्ट्रॉन क्लोरीन ग्रहण कर लेता है। (तालिका 9.2 देखें)

तालिका 9.2: कुछ तत्वों का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास

तत्व का प्रकार	तत्व	परमाणु संख्या	इलेक्ट्रॉनों का वितरण			
			K	L	M	N
अक्रिय गैस	हीलियम (He)	2	2			
	निऑन (Ne)	10	2	8		
	आर्गन (Ar)	18	2	8	8	
धातुएँ	सोडियम (Na)	11	2	8	1	
	मैग्नीशियम (Mg)	12	2	8	2	
	एल्युमीनियम (Al)	13	2	8	3	
	पोटेशियम (K)	19	2	8	8	1
	कैल्शियम (Ca)	20	2	8	8	2
अधातुएँ	नाइट्रोजन (N)	7	2	5		
	ऑक्सीजन (O)	8	2	6		
	फ्लोरीन (F)	9	2	7		
	फास्फोरस (P)	15	2	8	5	
	सल्फर (S)	16	2	8	6	
	क्लोरीन (Cl)	17	2	8	7	

- इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के बाद, क्लोरीन परमाणु को एक इकाई ऋणात्मक आवेश प्राप्त होता है, क्योंकि इसके नाभिक में 17 प्रोटॉन होते हैं और इसके K, L और M कोश में 18 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इससे हमें क्लोराइड आयन Cl^- प्राप्त होता है। इसलिए इन दोनों तत्वों के बीच आदान-प्रदान का संबंध स्थापित हो जाता है।
 - $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$
 - $\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$
 - $\text{Na} + \text{Cl} \rightarrow \text{NaCl}$ (सोडियम क्लोराइड का निर्माण)
- विपरीत आवेश होने के कारण सोडियम तथा क्लोराइड आयन परस्पर आकर्षित होते हैं तथा मजबूत स्थिर वैद्युत बल में बंधकर सोडियम क्लोराइड (NaCl) के रूप में उपस्थित रहते हैं।
- ध्यान देने योग्य बात है कि सोडियम क्लोराइड अणु के रूप में नहीं पाया जाता है, बल्कि यह विपरीत आयनों का समुच्चय होता है।

आयनिक यौगिकों के गुणधर्म

आयनिक यौगिकों की भौतिक प्रकृति

- ❑ **पदार्थ की अवस्था और कठोरता:** आयनिक यौगिक ठोस होते हैं और धनात्मक तथा ऋणात्मक आयनों के बीच प्रबल आकर्षण बल के कारण कठोर होते हैं। ये यौगिक आम तौर पर भंगुर होते हैं और दबाव डालने पर टुकड़ों में टूट जाते हैं।
- ❑ **गलनांक और क्वथनांक:** आयनिक यौगिकों के गलनांक और क्वथनांक उच्च होते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि प्रबल अंतर-आयनिक आकर्षण बंधों को तोड़ने के लिए काफी मात्रा में ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
- ❑ **घुलनशीलता:** विद्युत संयोजी यौगिक आम तौर पर जल में घुलनशील होते हैं और केरोसिन, पेट्रोल आदि जैसे विलायकों में अधुलनशील होते हैं।
- ❑ **विद्युत का चालन:** किसी विलयन से विद्युत के चालन के लिए आवेशित कणों की गतिशीलता आवश्यक होती है। आयनिक यौगिकों के जलीय विलयन में आयन उपस्थित होते हैं। जब विलयन में विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है तो यह आयन विपरीत इलेक्ट्रोड की ओर गमन करने लगते हैं।

धातुओं की प्राप्ति

पृथ्वी की भूपर्पटी धातुओं का मुख्य स्रोत है। समुद्री जल में भी सोडियम क्लोराइड, मैग्नीशियम क्लोराइड आदि जैसे कुछ विलेय लवण उपस्थित रहते हैं। पृथ्वी की भूपर्पटी में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले तत्वों या यौगिकों को **खनिज** कहते हैं। कुछ स्थानों पर खनिजों में कोई विशेष धातु काफ़ी मात्रा में होती है, जिसे निकालना लाभकारी होता है। इन खनिजों को **अयस्क** कहते हैं।

धातुओं का निष्कर्षण

- ❑ **खनन:** भूमिगत धातु अयस्कों को निकालने की प्रक्रिया को **खनन** कहा जाता है। धातु के अयस्क पृथ्वी की पर्पटी में अलग-अलग मात्रा में पाए जाते हैं।
- ❑ अयस्कों से धातुओं का निष्कर्षण ही हमें भूमि में मौजूद खनिजों का उपयोग करने की अनुमति देता है। अयस्क उन तैयार धातुओं से बहुत अलग होते हैं, जिन्हें हम इमारतों और पुल बनाने में प्रयोग करते हैं।
- ❑ अयस्कों में वांछित धातु यौगिक के साथ साथ अशुद्धियाँ तथा मिट्टी भी पाई जाती है इसे **गैंग (Gangue)** कहते हैं।
- ❑ उच्च अभिक्रियाशीलता वाली धातुएँ – Na, K, Mg, Al
- ❑ मध्यम अभिक्रियाशीलता वाली धातुएँ – Fe, Zn, Pb, Sn
- ❑ कम अभिक्रियाशीलता वाली धातुएँ – Cu, Ag, Hg
- ❑ **अयस्कों का संवर्द्धन:** इसका अर्थ है विभिन्न भौतिक और रासायनिक प्रक्रियाओं के माध्यम से अयस्क से अशुद्धियाँ या गैंग को हटाना। किसी विशेष अयस्क के लिए उपयोग की जाने वाली तकनीक अयस्क और गैंग के गुणों में अंतर पर निर्भर करती है।

सक्रियता श्रेणी में नीचे आने वाली धातुओं का निष्कर्षण

- ❑ **स्व-अपचयन द्वारा (By self-reduction)-** जब Hg, Pb, Cu आदि कम विद्युत धनात्मक धातुओं के सल्फाइड अयस्कों को वायु की उपस्थिति में गर्म किया जाता है, तो अयस्क का एक भाग ऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है, जो फिर शेष सल्फाइड अयस्क के साथ अभिक्रिया करके कच्ची धातु और सल्फर डाइऑक्साइड देता है। इस प्रक्रिया में किसी बाहरी अपचायक का उपयोग नहीं किया जाता है।

- $2\text{HgS}(\text{सिनेबार}) + 3\text{O}_2(\text{g}) + \text{ऊष्मा} \rightarrow 2\text{HgO}(\text{कच्ची धातु}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$
- $2\text{HgO}(\text{s}) + \text{ऊष्मा} \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$
- $2\text{Cu}_2\text{S}(\text{कॉपर पाइराइट}) + 3\text{O}_2(\text{g}) + \text{ऊष्मा} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$
- $2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) + \text{ऊष्मा} \rightarrow 6\text{Cu} + \text{SO}_2(\text{g})$

सक्रियता श्रेणी के मध्य में आने वाली धातुओं का निष्कर्षण

- ❑ **निस्तापन (Calcination):** निस्तापन एक ऐसी प्रक्रिया है, जिसमें अयस्क को वायु की अनुपस्थिति में या वायु की सीमित मात्रा में गर्म किया जाता है। निस्तापन में कार्बोनेट अयस्कों का ऊष्मीय अपघटन किया जाता है।
- ❑ **भर्जन (Roasting):** इसमें अयस्क को वायु या ऑक्सीजन की मौजूदगी में उसके गलनांक से कम तापमान पर गर्म किया जाता है।
- ❑ **गलाना (Smelting):** इसमें धातु ऑक्साइड को उपयुक्त अपचायक के साथ उच्च तापमान पर गर्म किया जाता है। परिणामस्वरूप कच्ची धातु पिघली हुई अवस्था में प्राप्त होती है।
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C}(\text{कोक}) \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

- **एल्युमिनोथर्मिक अभिक्रिया (Aluminothermic Reaction):** इसे गोल्डस्मिथ अभिक्रिया के रूप में भी जाना जाता है और यह अत्यधिक ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है जिसमें धातु ऑक्साइड, आमतौर पर Fe और Cr के ऑक्साइड को एल्युमीनियम के साथ उच्च तापमान पर गर्म किया जाता है।
 - $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe} + \text{ऊष्मा}$
 - $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr} + \text{ऊष्मा}$

सक्रियता श्रेणी में शीर्ष पर आनेवाली धातुओं का निष्कर्षण

- अभिक्रियाशीलता श्रेणी में सबसे ऊपर स्थित धातुएँ अत्यंत अभिक्रियाशील होती हैं। इन्हें कार्बन के साथ गर्म कर इनके यौगिकों से प्राप्त नहीं किया जा सकता है। उदाहरण के लिए कार्बन के द्वारा सोडियम, मैग्नीशियम, कैल्शियम, एल्युमीनियम आदि के ऑक्साइड का अपचयन कर उन्हें धातुओं में परिवर्तित नहीं किया जा सकता है।
- ऐसा इसलिए है क्योंकि इन धातुओं की बंधुता कार्बन की अपेक्षा ऑक्सीजन के प्रति अधिक होती है। इन धातुओं को **विद्युत अपघटनी अपचयन** द्वारा प्राप्त किया जाता है। उदाहरण के लिए- सोडियम, मैग्नीशियम एवं कैल्शियम को उनके गलित क्लोराइडों के विद्युत अपघटन से प्राप्त किया जाता है।
- कैथोड (ऋण आवेशित इलेक्ट्रोड) पर धातुएँ निक्षेपित हो जाती हैं तथा एनोड (धन आवेशित इलेक्ट्रोड) पर क्लोरीन मुक्त होती है।
- अभिक्रियाएँ इस प्रकार हैं:
 - कैथोड पर $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$
 - एनोड पर $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
- इसी प्रकार, एल्युमीनियम को एल्युमीनियम ऑक्साइड के विद्युत अपघटनी अपचयन द्वारा प्राप्त किया जाता है।

धातुओं का परिष्करण

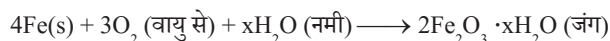
- यह कच्ची धातु से अशुद्धियाँ या गैंग को हटाने की प्रक्रिया है। यह धातुकर्म का अंतिम चरण है और यह धातु और गैंग के गुणधर्मों के बीच अंतर पर आधारित होता है।
- **विद्युत अपघटनी परिष्करण:**
 - ताँबा, जस्ता, निकल, चाँदी, टिन, सोना आदि धातुओं का परिष्करण विद्युत् अपघटन द्वारा किया जाता है।
 - **एनोड:** अशुद्ध या अपरिष्कृत धातु
 - **कैथोड:** शुद्ध धातु की एक पतली पट्टी
 - **विद्युत् अपघट्य:** यह धातु के लवण का जलीय विलयन होता है।
 - **एनोड से (ऑक्सीकरण):** विलयन में धातु आयन एनोड द्वारा प्रदान किए जाते हैं।
 - **कैथोड पर (अपचयन):** विलयन से धातु की समतुल्य मात्रा कैथोड पर जमा होती है।
 - अशुद्धियाँ एनोड के तल पर जमा होती हैं।

संक्षारण

आस-पास के वातावरण में उपस्थित नमी, ऑक्सीजन या रसायनों की क्रिया द्वारा किसी पदार्थ, आमतौर पर धातु, का धीरे-धीरे क्षरण होना, संक्षारण कहलाता है।

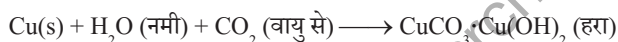
जंग लगना

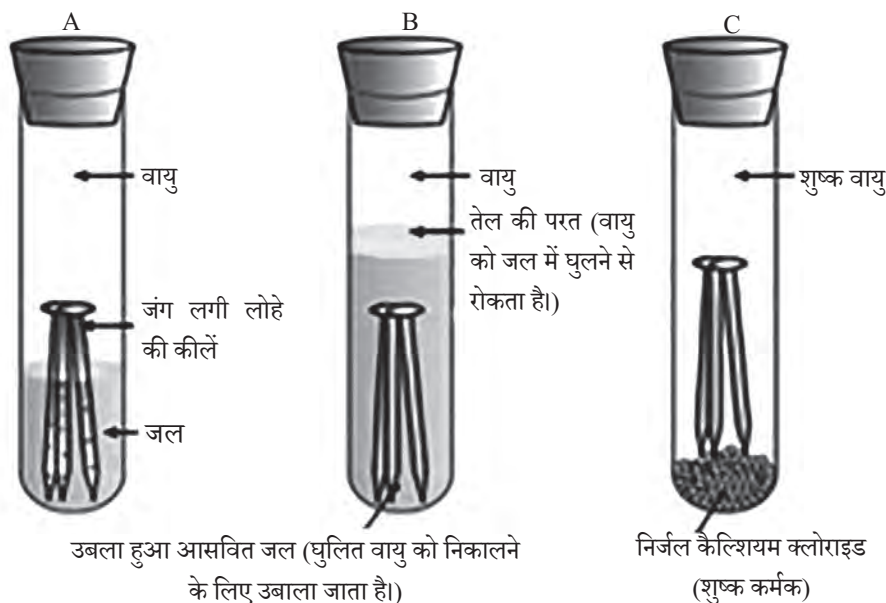
- लोहे के संक्षारण के दौरान, लोहे की धातु जल (नमी) की उपस्थिति में वायु में उपस्थित ऑक्सीजन द्वारा ऑक्सीकृत हो जाती है और हाइड्रेटेड आयरन (III) ऑक्साइड बनाती है, जिसे **जंग** कहा जाता है।



ताँबे का संक्षारण

- ताँबे की धातु वायु के संपर्क में आने पर संक्षारण के कारण हरे रंग की हो जाती है। जब ताँबे का बर्तन बरसात के मौसम में वायु के संपर्क में आता है, तो धातु विभिन्न गैसों और नमी के साथ अभिक्रिया करके कॉपर कार्बोनेट और कॉपर हाइड्रॉक्साइड का मिश्रण बनाती है। इससे ताँबे की सतह का रंग हरा हो जाता है।

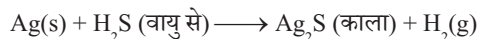




चित्र 9.3: उन परिस्थितियों की जाँच करना जिनमें लोहे पर जंग लगती है। परखनली A में वायु एवं जल दोनों उपस्थित हैं। परखनली B में जल में घुलित वायु नहीं है। परखनली C में शुष्क वायु है।

चाँदी का संक्षारण

- वायु की उपस्थिति में चाँदी की वस्तु काली हो जाती है। ऐसा वायु में हाइड्रोजन सल्फाइड की मौजूदगी के कारण होता है, चाँदी की वस्तु वायु में मौजूद हाइड्रोजन सल्फाइड के साथ अभिक्रिया करती है। इस पूरी प्रक्रिया को वास्तव में **संक्षारण** के रूप में जाना जाता है जो मूल रूप से अतिरिक्त नमी और ऑक्सीजन की उपस्थिति में वस्तु का क्षरण या विनाश है। चाँदी के मामले में, संक्षारण को चाँदी का धूमिल होना (Silver Tarnishing) कहा जाता है। इस संक्षारण के बाद बनने वाले काले पदार्थ को सिल्वर सल्फाइड के रूप में जाना जाता है।



संक्षारण की रोकथाम

- पेंट या तेल या ग्रीज की कोटिंग:** धातु की सतहों पर पेंट या तेल अथवा ग्रीज का प्रयोग वायु और नमी से वस्तु के संपर्क को रोकता है।
- मिश्रत्वन:** मिश्र धातु अधिक संक्षारण-रोधी होती है। उदाहरण: स्टेनलेस स्टील।
- यशदलेपन:** यह लोहे की वस्तुओं पर पिघले हुए जस्ते की पतली परत चढ़ाने की एक प्रक्रिया है। जस्ता एक सुरक्षात्मक आवरण का निर्माण करता है और संक्षारण को रोकता है।
- इलेक्ट्रोप्लेटिंग:** यह विद्युत धारा के उपयोग से एक धातु पर दूसरी धातु के लेपन की एक विधि है। यह विधि न केवल सुरक्षा प्रदान करती है बल्कि धातु की प्रतीति को भी बढ़ाती है। उदाहरण: सिल्वर प्लेटिंग और निकल प्लेटिंग।
- उत्सर्ग संरक्षण:** मैग्नीशियम लोहे की तुलना में अधिक अभिक्रियाशील होता है। जब इसे लोहे या स्टील से बने सामानों पर लेपित किया जाता है, तो यह लोहे के बजाय कैथोड की तरह अभिक्रिया (उत्सर्ग) करता है और सुरक्षा प्रदान करता है।

विचारणीय बिंदु

दिल्ली में कुतुबमीनार के पास स्थित लौह स्तंभ 1600 वर्ष से भी पहले भारत के लौह कर्मियों द्वारा बनाया गया था। उन्होंने एक ऐसी प्रक्रिया विकसित की थी, जो लोहे को जंग लगने से बचाती थी। जंग प्रतिरोध की इसकी गुणवत्ता के लिए, दुनियाभर के वैज्ञानिकों द्वारा इसकी जाँच की गई है। यह लौह स्तंभ 8 मीटर ऊँचा है और इसका वजन 6 टन (6000 किलोग्राम) है।



अधातुओं के गुणधर्म

- अधातु वे हैं, जो धातुओं के गुण प्रदर्शित नहीं करते हैं।

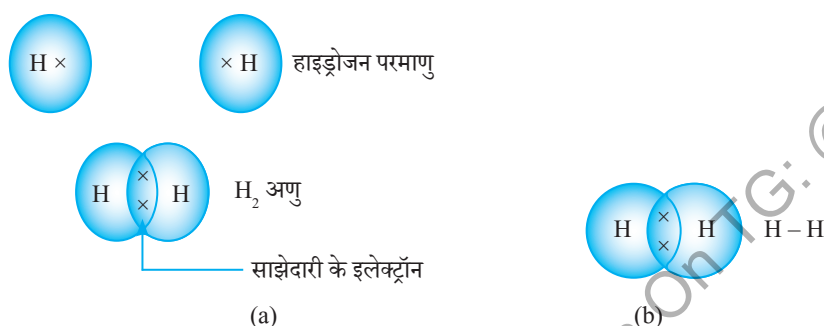
अधातुओं के भौतिक गुण	भौतिक गुणों में अपवाद
□ कमरे के तापमान पर ठोस, तरल और गैस के रूप में पाई जाती हैं।	□ क्षार धातुओं (Na, K, Li) को चाकू का उपयोग करके काटा जा सकता है।
□ भंगुर (Brittle)	□ पारा एक तरल धातु है।
□ गैर-आघातवर्धनीय (Non-malleable)	□ सीसा और पारा ऊष्मा के सुचालक नहीं हैं।
□ गैर-तन्य (Non-ductile)	□ पारा तापमान में थोड़े परिवर्तन से उल्लेखनीय रूप से फैलता है।
□ गैर-ध्वानिक (Non-sonorous)	□ गैलियम और सीजियम का गलनांक बहुत कम होता है।
□ ऊष्मा और विद्युत के सुचालक नहीं होते हैं।	□ आयोडीन एक अधातु है, लेकिन इसमें चमक होती है।
□ अधिकांश अधातुएँ पानी में घुलने पर अम्लीय ऑक्साइड बनाती हैं, दूसरी ओर, अधिकांश धातुएँ क्षारकीय ऑक्साइड बनाती हैं।	□ ग्रेफाइट विद्युत का चालक है।
	□ हीरा ऊष्मा का चालक है और इसका गलनांक बहुत अधिक होता है।

कार्बन और इसके यौगिक

- भोजन, कपड़े, दवाइयाँ, किताबें आदि अनेक वस्तुएँ कार्बन पर आधारित हैं। इसके अलावा, सभी सजीव संरचनाओं में कार्बन उपस्थित होता है। भूपर्पटी तथा वायुमंडल में कार्बन अत्यंत अल्प मात्रा उपलब्ध हैं, इसके बावजूद कार्बन का अत्यधिक महत्त्व है।
- कार्बन एक रासायनिक तत्व है जिसका परमाणु क्रमांक 6 और प्रतीक C है।

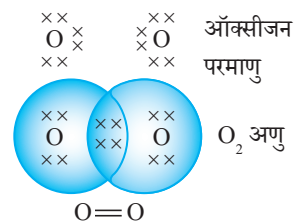
आबंधन: सहसंयोजी आबंध

- अणुओं के बीच आकर्षण बल बहुत प्रबल नहीं होता है।
- कार्बनिक यौगिक अधिकांशतः विद्युत के चालक नहीं होते हैं, इस प्रकार यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कार्बनिक यौगिकों के आबंधन से किसी आयन की उत्पत्ति नहीं होती है।
- अपने निकटतम अक्रिय गैस, “हीलियम” के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को प्राप्त करने के लिए, कार्बन को अपने चार इलेक्ट्रॉनों को खोना पड़ता है, जिसमें बहुत अधिक ऊर्जा प्रयुक्त होती है।
- इस प्रकार बनने वाले C^{4+} आयन छह प्रोटॉन और दो इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति के कारण अत्यधिक अस्थिर होता है। यदि कार्बन परमाणु चार इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके अक्रिय गैस निऑन (Ne) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास प्राप्त करता है, तो C^{4-} आयन बनेंगे। लेकिन फिर, बहुत अधिक मात्रा में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, C^{4-} आयनों में 6 प्रोटॉन के लिए 10 इलेक्ट्रॉन धारण करना कठिन होता है। इसलिए, अपनी चतुष्संयोजकता को पूर्ण करने के लिए, कार्बन अपने सभी चार इलेक्ट्रॉनों को साझा करता है और सहसंयोजक बंध बनाता है।
- इस प्रकार से बनने वाला सबसे सरल अणु हाइड्रोजन का है। जैसा कि आप पहले जान चुके हैं, हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 है। इसलिए हाइड्रोजन के K शेल में एक इलेक्ट्रॉन होता है और K शेल को भरने के लिए उसे एक और इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। इसलिए दो हाइड्रोजन परमाणु अपने इलेक्ट्रॉनों को साझा करके हाइड्रोजन का एक अणु H_2 बनाते हैं। यह प्रत्येक हाइड्रोजन परमाणु को निकटतम अक्रिय गैस, हीलियम के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास को प्राप्त करने की अनुमति देता है, जिसके K शेल में दो इलेक्ट्रॉन होते हैं। संयोजकता इलेक्ट्रॉनों को दर्शाने के लिए डॉट्स या क्रॉस का उपयोग करके चित्रित कर सकते हैं।

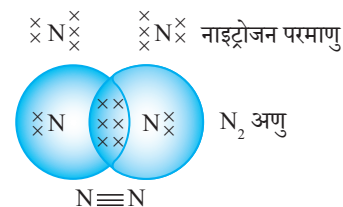


चित्र 9.4: (a) हाइड्रोजन का एक अणु, (b) हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के बीच एकल बंध

- ऑक्सीजन के मामले में, हम दो ऑक्सीजन परमाणुओं के बीच एक दोहरे आबंध का निर्माण देखते हैं।
- ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ऑक्सीजन के एक परमाणु के L कोश में छह इलेक्ट्रॉन होते हैं (ऑक्सीजन की परमाणु संख्या आठ है) और इसे अपना अष्टक पूर्ण करने के लिए दो और इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है।
- इसलिए ऑक्सीजन का प्रत्येक परमाणु ऑक्सीजन के दूसरे परमाणु के साथ दो इलेक्ट्रॉन साझा करता है, जैसा चित्र 9.6 में दर्शाया गया है।
- प्रत्येक ऑक्सीजन परमाणु द्वारा दिए गए दो इलेक्ट्रॉन दो साझा इलेक्ट्रॉन युग्म बनाते हैं। इसे दो परमाणुओं के बीच **दोहरा बंधन (द्विआबंध)** कहा जाता है।
- प्रत्येक नाइट्रोजन परमाणु के रासायनिक संयोजन कोश (2,5) में पाँच इलेक्ट्रॉन होते हैं। निकटतम अक्रिय गैस विन्यास (Ne) प्राप्त करने के लिए इसे तीन इलेक्ट्रॉनों की आवश्यकता होती है। (चित्र 9.7)
- इसलिए, दोनों परमाणु तीन-तीन इलेक्ट्रॉन साझा करते हैं और एक **त्रिआबंध (Triple Bond)** बनाते हैं।



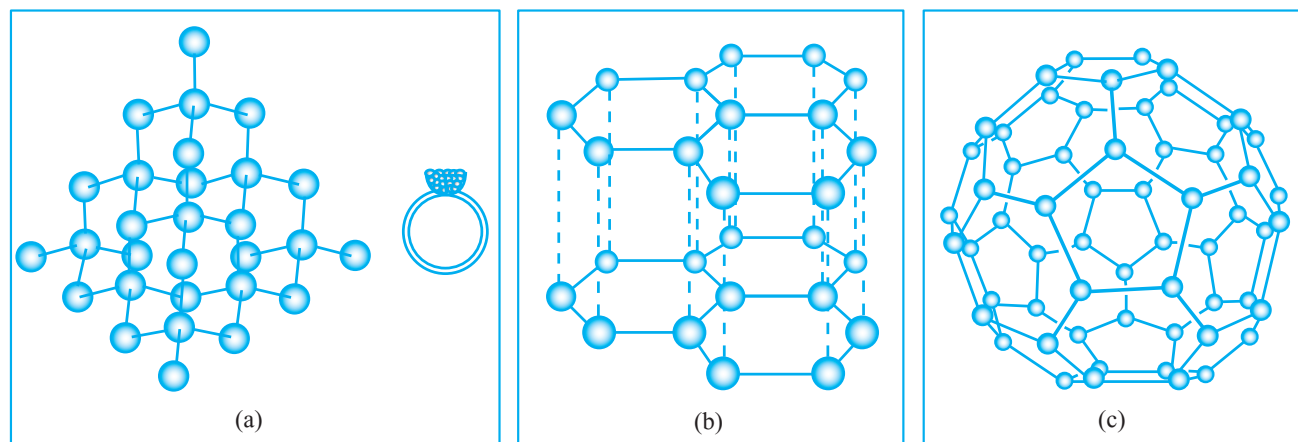
चित्र 9.5: ऑक्सीजन के दो परमाणुओं के बीच द्विआबंध



चित्र 9.6: नाइट्रोजन के दो परमाणुओं के बीच त्रिआबंध

कार्बन के अपरूप

- समान रासायनिक गुणों के साथ विभिन्न भौतिक रूपों में एक ही तत्व के पाए जाने की घटना को **अपरूपता** कहा जाता है।
- कुछ तत्व जैसे कार्बन, सल्फर, फॉस्फोरस आदि इस घटना को प्रदर्शित करते हैं।
- कार्बन के क्रिस्टलीय अपरूपों में हीरा, ग्रेफाइट और फुलरीन शामिल हैं।



चित्र 9.7: (a) हीरा, (b) ग्रेफाइट, (c) C60

- कार्बन के अक्रिस्टलीय अपरूपों में कोयला, कोक, चारकोल, लैम्प ब्लैक और गैस कार्बन शामिल हैं।
- हीरा:** हीरे में एक नियमित चतुष्फलकीय संरचना होती है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि प्रत्येक कार्बन चार कार्बन परमाणुओं से एकल सहसंयोजक बंधों के माध्यम से जुड़ा होता है, जिसके परिणामस्वरूप क्रिस्टल की एक इकाई बनती है।
 - ये क्रिस्टल इकाइयाँ अलग-अलग तलों में स्थित होती हैं और एक-दूसरे से जुड़ी होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप हीरे का एक कठोर त्रि-आयामी घनाकार पैटर्न बनता है।
 - यह ऊष्मा का सुचालक है, लेकिन विद्युत् का नहीं।
- ग्रेफाइट:** ग्रेफाइट नरम और फिसलनशील होता है और यह विद्युत् का सुचालक होता है।
- C60:** C60, जिसे बकमिन्स्टरफुलरीन (Buckminsterfullerene) के नाम से भी जाना जाता है, ज्ञात फुलरीन का बहुत लोकप्रिय और स्थिर रूप है।
 - यह सबसे आम प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला फुलरीन है और यह कालिख में कम मात्रा में पाया जाता है।
 - इसमें 60 कार्बन परमाणु होते हैं, जो 12 पंचकोण और 20 षट्भुज में व्यवस्थित होते हैं, जैसे कि एक फुटबॉल में होता है।

कार्बन की प्रकृति

- कार्बन एकल-बंध, द्विबंध, त्रिबंध बना सकता है।
- यह अन्य कार्बन परमाणुओं से जुड़ने पर शृंखला, विभिन्न शाखाओं वाली शृंखला और वलय भी बना सकता है।

- यह एक सर्वतोमुखी तत्त्व है जो कई तरह के रासायनिक संयोजनों में पाया जा सकता है। कार्बन की प्रकृति को टेट्रावैलेंसी और कैटेनेशन जैसे गुणों के माध्यम से सबसे अच्छी तरह से समझा जा सकता है।
- टेट्रावैलेंसी:** कार्बन की संयोजकता चार होती है, इसलिए यह कार्बन के चार अन्य परमाणुओं या किसी अन्य एकल संयोजी तत्त्व के परमाणुओं के साथ बंध बनाने में सक्षम होता है।
- कैटेनेशन:** कार्बन तत्त्व का वह गुण जिसके कारण उसके परमाणु एक दूसरे से जुड़कर लंबी कार्बन शृंखला बना सकते हैं, कैटेनेशन कहलाता है।
 - S8:** अपनी मूल अवस्था में, सल्फर S8 अणु के रूप में 8 परमाणुओं तक का कैटेनेशन की प्रकृति को प्रदर्शित करता है। इसकी संरचना एक संकुचित वलय जैसी होती है।

विचारणीय बिंदु

हीरा और ग्रेफाइट दोनों ही कार्बन के अपरूप हैं। इस पर विचार कीजिए कि ग्रेफाइट विद्युत का सुचालक है, जबकि हीरा नहीं। साथ ही, कार्बन की चतुष्फलकीय (Tetrahedral) संरचना इसे इतना दृढ़ क्यों बनाती है जबकि ग्रेफाइट की षट्कोणीय स्तरित संरचना (Hexagonal layered structure) इसे अपेक्षाकृत कमजोर बनाती है।

**संतृप्त और असंतृप्त कार्बन यौगिक**

- कार्बन और हाइड्रोजन के बीच बनने वाला यौगिक एथेन है, जिसका C_2H_6 सूत्र C_2H_6 है। सरल कार्बन यौगिकों की संरचना प्राप्त करने के लिए सबसे पहले कार्बन परमाणुओं को एकल आबंध $C-C$ से जोड़ना है।
- कार्बन की शेष संयोजकता को संतुष्ट करने के लिए हाइड्रोजन परमाणुओं का उपयोग करना अगला चरण है।
- शृंखलाएँ, शाखाएँ और वलय:** पिछले भाग में, हमने कार्बन यौगिक मेथेन, एथेन और प्रोपेन देखे हैं, जिनमें क्रमशः 1, 2 और 3 कार्बन परमाणु होते हैं।
- कार्बन परमाणुओं की ऐसी 'शृंखलाओं' में कई और कार्बन परमाणु हो सकते हैं।

तालिका 9.3: कार्बन और हाइड्रोजन के संतृप्त यौगिकों के सूत्र तथा संरचनाएँ

कार्बन परमाणु की संख्या	नाम	सूत्र	संरचना
1.	मीथेन	CH_4	$\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$
2.	एथेन	C_2H_6	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$
3.	प्रोपेन	C_3H_8	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$
4.	ब्यूटेन	C_4H_{10}	$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array}$
5.	पेंटेन	C_5H_{12}	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H \\ & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & \\ H & H & H & H & H \end{array}$
6.	हेक्सेन	C_6H_{14}	$\begin{array}{c} H & H & H & H & H & H \\ & & & & & \\ H-C & -C & -C & -C & -C & -C-H \\ & & & & & \\ H & H & H & H & H & H \end{array}$

कार्बन यौगिकों में मुख्य प्रकार्यात्मक समूह

- **हाइड्रॉक्सिल समूह ($-\text{OH}$):** $-\text{OH}$ समूह वाले सभी कार्बनिक यौगिकों को एल्कोहल के रूप में जाना जाता है। उदाहरण के लिए, मेथनॉल (CH_3OH), एथेनॉल ($\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$), आदि।
- **एल्डिहाइड समूह ($-\text{CHO}$):** $-\text{CHO}$ समूह वाले सभी कार्बनिक यौगिकों को एल्डिहाइड के रूप में जाना जाता है। उदाहरण के लिए, मेथेनल (HCHO), एथेनल (CH_3CHO), आदि।
- **कीटोन समूह ($-\text{C}=\text{O}$):** इस समूहों वाले सभी कार्बनिक यौगिकों जो दो एल्काइल समूहों से घिरे हुए होते हैं उन्हें **कीटोन** के रूप में जाना जाता है। उदाहरण के लिए, प्रोपेनोन (CH_3COCH_3), ब्यूटेनोन ($\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_3$), आदि।
- **कार्बोक्सिल समूह ($-\text{COOH}$):** सभी कार्बनिक अम्लों में एक कार्बोक्सिल समूह ($-\text{COOH}$) होता है। इसलिए, उन्हें **कार्बोक्सिलिक अम्ल** भी कहा जाता है। उदाहरण के लिए, एथेनॉइक एसिड (CH_3COOH), प्रोपेनोइक एसिड ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$), आदि।
- **हैलोजन समूह (F, Cl, Br, I):** वे एल्केन जिनमें एक या एक से अधिक हाइड्रोजन परमाणु को X (F, Cl, Br या I) द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है, उन्हें **हैलोएल्केन** के रूप में जाना जाता है। उदाहरण के लिए, क्लोरोमेथेन (CH_3Cl), ब्रोमोमेथेन (CH_3Br), आदि।

कार्बन यौगिकों का नामकरण

- इंटरनेशनल यूनियन ऑफ प्योर एंड एप्लाइड केमिस्ट्री (IUPAC) ने कार्बन यौगिकों के नामकरण के लिए कुछ नियम तय किए। ऐसा दुनिया भर में एकरूपता बनाए रखने के लिए किया गया था। (तालिका 9.4)

तालिका 9.4: कार्बनिक यौगिकों का नामकरण

यौगिकों का प्रकार	पूर्वलग्न/अनुलग्न	उदाहरण
1. हैलो एल्केन	पूर्वलग्न-क्लोरो, ब्रोमो, आदि	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Cl} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ क्लोरोप्रोपेन
		$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{Br} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ ब्रोमोप्रोपेन
2. एल्कोहल	अनुलग्न-ol	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ प्रोपेनॉल
3. एल्डिहाइड	अनुलग्न-al	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \end{array}$ प्रोपेनैल
4. कीटोन	अनुलग्न-one	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \end{array}$ प्रोपेनोन
5. कार्बोक्सिलिक अम्ल	अनुलग्न-oic acid	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \end{array}$ प्रोपेनॉइक अम्ल

6. एल्केन्स	अनुलमन - ene	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & & \text{H} \\ & & & / \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C} & & \text{H} \\ & & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$ प्रोपीन
7. एल्काइन्स	अनुलमन - yne	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ प्रोपाइन

समजातीय श्रेणी

- समजातीय श्रेणी में समान सामान्य सूत्र और रासायनिक विशेषताओं वाले कार्बनिक यौगिक होते हैं, लेकिन इनमें विभिन्न भौतिक गुण होते हैं। इसके आसन्न सदस्य अपने आणविक सूत्र में $-\text{CH}_2$ द्वारा भिन्न होते हैं। उदाहरण: मेथेन, एथेन, प्रोपेन, ब्यूटेन आदि सभी एल्केन समजातीय श्रेणी का हिस्सा हैं।
 - इस श्रृंखला का सामान्य सूत्र $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ है।
 - मेथेन (CH_4), एथेन (CH_3CH_3), प्रोपेन ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$), ब्यूटेन ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$)।
- इस प्रकार यह देखा जा सकता है कि प्रत्येक क्रमिक यौगिक के बीच $-\text{CH}_2$ इकाइयों का अंतर है।

कोयला और पेट्रोलियम का निर्माण

- कोयले तथा पेट्रोलियम का निर्माण बायोमास से हुआ है, जो विभिन्न जैविकीय तथा भूवैज्ञानिक प्रक्रियाओं पर निर्भर करते हैं। कोयला लाखों वर्ष पुराने वृक्षों, फर्न तथा अन्य पौधों का अवशेष है।
- संभवतः भूकंप अथवा ज्वालामुखी फटने के कारण ये धरती में चट्टानों की परतों के नीचे दब गए थे तथा धीरे-धीरे क्षय होकर ये कोयला बन गए।
- तेल तथा गैस लाखों वर्ष पुराने छोटे समुद्री पौधों तथा जीवों के अवशेष हैं। उनके मृत होने पर उनके शरीर समुद्र-तल में डूब गए तथा गाद से ढक गए। उन मृत अवशेषों पर बैक्टीरिया के आक्रमण से प्रबल दाब के कारण तेल तथा गैस का निर्माण हुआ।
- इसी बीच गाद धीरे-धीरे दबकर चट्टान बन गया। चट्टान के छिद्रित भागों से तेल तथा गैस का रिसाव हुआ और ये स्पंज में पानी की तरह फँस गए।

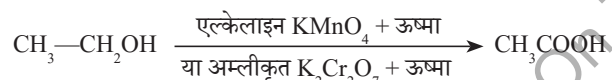
कार्बन यौगिकों के रासायनिक गुणधर्म

- दहन अभिक्रियाएँ:** दहन का अर्थ है कार्बन या कार्बन युक्त यौगिकों का वायु या ऑक्सीजन की उपस्थिति में जलना जिससे कार्बन डाइऑक्साइड, ऊष्मा और प्रकाश उत्पन्न होता है।
 - $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$
- संतृप्त हाइड्रोकार्बन से सामान्यतः स्वच्छ ज्वाला निकलती है, जबकि असंतृप्त हाइड्रोकार्बन धुँएँ वाली ज्वाला उत्सर्जित करते हैं। सीमित ऑक्सीजन की उपस्थिति में, संतृप्त हाइड्रोकार्बन भी धुँएँ वाली ज्वाला प्रदान करते हैं।
- कालिख:** यह दहन के दौरान ईंधन से निकलने वाला या दहन के दौरान बनने वाला एक काला पदार्थ है, जो महीन कणों के रूप में ऊपर उठता है और चिमनी या पाइप के किनारों से चिपक जाता है। यह मुख्य रूप से कार्बन से बना महीन पाउडर है, जो धुँएँ को रंग प्रदान करता है।

पदार्थ ज्वाला के साथ या उसके बिना क्यों जलते हैं?

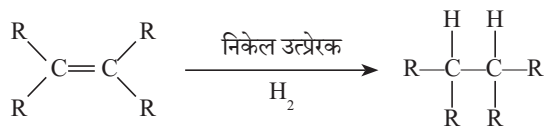
ऐसा इसलिए होता है क्योंकि ज्वाला तभी उत्पन्न होती है जब गैसीय पदार्थ जलते हैं। जब लकड़ी या चारकोल को जलाया जाता है, तो उसमें मौजूद वाष्पशील पदार्थ वाष्पित हो जाते हैं और शुरू में ज्वाला के साथ जलते हैं। जब गैसीय पदार्थ के परमाणु गर्म होते हैं और चमकने लगते हैं, तो एक चमकदार ज्वाला दिखाई देती है। प्रत्येक तत्व के द्वारा उत्पन्न रंग उस तत्व का अभिलाक्षणिक गुण होता है।

- ऑक्सीकरण:** ऑक्सीकरण एक रासायनिक अभिक्रिया है, जो एक परमाणु या यौगिक में होती है और जिसके परिणामस्वरूप एक या अधिक इलेक्ट्रॉनों की हानि होती है।



- संकलन अभिक्रिया (Addition Reaction):** वे अभिक्रियाएँ जिनमें दो अणु अभिक्रिया करके एकल उत्पाद बनाते हैं जिसमें संयोजित अणुओं के सभी परमाणु होते हैं, संकलन अभिक्रियाएँ कहलाती हैं।

- हाइड्रोजनीकरण अभिक्रिया, संकलन अभिक्रिया का एक उदाहरण है। इस अभिक्रिया में निकेल, पैलेडियम या प्लैटिनम जैसे उत्प्रेरकों की उपस्थिति में असंतृप्त हाइड्रोकार्बन हाइड्रोजन जोड़कर संतृप्त हाइड्रोकार्बन का निर्माण करते हैं।



- प्रतिस्थापन अभिक्रिया (Substitution Reaction):** वह अभिक्रिया जिसमें अणु में एक परमाणु या परमाणुओं के समूह को विभिन्न परमाणुओं या परमाणुओं के समूहों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है, **प्रतिस्थापन अभिक्रिया** कहलाती है। एल्केन्स में हाइड्रोजन परमाणुओं को अन्य तत्वों द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है।



एथेनॉल और एथेनॉइक अम्ल

- एथेनॉल:** एथेनॉल या $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ एक रंगहीन तरल है, जिसकी गंध सुखद होती है।
- इसका क्वथनांक 351 K होता है।

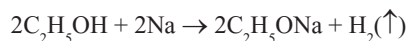
एल्कोहल जीवों को कैसे प्रभावित करते हैं?

- जब अधिक मात्रा में एथेनॉल का सेवन किया जाता है, तो यह चयापचय प्रक्रियाओं को धीमा कर देता है और केंद्रीय तंत्रिका तंत्र को नकारात्मक रूप से प्रभावित कर देता है। इसके परिणामस्वरूप समन्वय की कमी, मानसिक दुविधा, सामान्य अंतर्बाध में कमी एवं भावशून्यता उत्पन्न होती है।
- यद्यपि व्यक्ति राहत महसूस करता है, लेकिन उसे पता नहीं चल पाता कि उसके सोचने, समझने की क्षमता तथा मांसपेशी बुरी तरह प्रभावित हुई है।
- एथेनॉल के विपरीत, बहुत कम मात्रा में मेथनॉल का सेवन मृत्यु का कारण बन सकता है। यकृत में मेथेनॉल ऑक्सीकृत होकर मेथानल बन जाता है।
- मेथेनॉल यकृत की कोशिकाओं के घटकों के साथ शीघ्र अभिक्रिया करने लगता है। इससे प्रोटीप्लाज्म उसी प्रकार स्कंदित हो जाता है, जिस प्रकार पकाने पर अंडा स्कंदित होता है।
- मेथेनॉल चाक्षुष तंत्रिका को भी प्रभावित करता है, जिससे व्यक्ति अंधा हो सकता है।
- एथनॉल एक महत्वपूर्ण औद्योगिक विलायक है। औद्योगिक उपयोग के लिए तैयार एथनॉल का दुरुपयोग रोकने के लिए इसमें मेथेनॉल जैसा ज़हरीला पदार्थ मिला दिया जाता है, जिससे यह पीने योग्य न रह जाए।
- एल्कोहल की पहचान करने के लिए इसमें रंजक मिलाकर इसका रंग नीला बना दिया जाता है। इसे विकृत एल्कोहल कहा जाता है।

ईंधन के रूप में एल्कोहल

- गन्ने के पौधे सूर्य के प्रकाश को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करने वाले सबसे कुशल साधनों में से एक हैं। गन्ने के रस का उपयोग गुड़ बनाने के लिए किया जा सकता है, जिसे किण्वित करके एल्कोहल (एथेनॉल) बनाया जाता है।

- यह सभी अनुपातों में पानी के साथ मिश्रणीय है।
- यह विद्युत का कुचालक होता है (इसमें आयन नहीं होते)।
- यह लिटमस के प्रति उदासीन होता है।
- उपयोग:** एथेनॉल का उपयोग ठंडे देशों में वाहनों के रेडिएटर में एंटीफ्रीज के रूप में किया जाता है। इसका उपयोग पेंट, डाई, दवाइयों, साबुन और सिंथेटिक रबर के निर्माण में विलायक के रूप में भी किया जाता है। साथ ही इसका प्रयोग आयोडीन के टिचर को तैयार करने के लिए विलायक के रूप में भी किया जाता है।
- सोडियम के साथ एथेनॉल की अभिक्रिया (Reactions of Ethanol with Sodium):** एथेनॉल सोडियम के साथ अभिक्रिया करके हाइड्रोजन गैस और सोडियम एथोक्साइड बनाता है। यह अभिक्रिया एथेनॉल की अम्लीय प्रकृति को दर्शाती है।



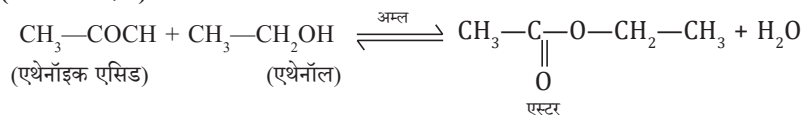
- असंतृप्त हाइड्रोकार्बन प्रदान करने वाली अभिक्रियाएँ [एथेनॉल का निर्जलीकरण (Dehydration of Ethanol)]:** एथेनॉल 443 K पर सांद्रित सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करके एथिलीन बनाता है। इस अभिक्रिया को एथेनॉल का निर्जलीकरण कहते हैं, क्योंकि इस अभिक्रिया में एथेनॉल अणु से जल का एक अणु निकल जाता है।



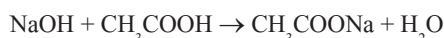
- **एथेनॉइक अम्ल:** आणविक सूत्र CH_3COOH , यह पानी, एल्कोहल और ईथर में घुल जाता है।
 - यह अक्सर ठंडी जलवायु में सर्दियों के दौरान जम जाता है, और इसलिए, इसे ग्लेशियल एसिटिक अम्ल कहा जाता है।

एथेनॉइक एसिड की अभिक्रियाएँ

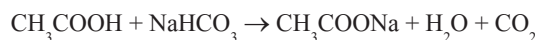
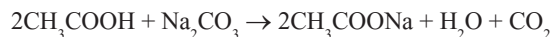
- **एस्टरीकरण:** जब कार्बोक्सिलिक एसिड और एल्कोहल के साथ सान्द्र H_2SO_4 की थोड़ी मात्रा की उपस्थिति में अभिक्रिया कराई जाती है, तो एक मीठी महक वाला एस्टर बनता है। एस्टर निर्माण की इस अभिक्रिया को एस्टरीफिकेशन कहते हैं।
- **साबुनीकरण:** सोडियम हाइड्रॉक्साइड, जो एक क्षार है, के साथ अभिक्रिया द्वारा एस्टर पुनः एल्कोहल और कार्बोक्सिलिक एसिड का सोडियम लवण बनता है। इस अभिक्रिया को **साबुनीकरण** कहते हैं क्योंकि इसका उपयोग साबुन बनाने में किया जाता है। साबुन लंबी शृंखला वाले कार्बोक्सिलिक एसिड के सोडियम या पोटेशियम लवण होते हैं। (चित्र 9.12 देखें)



- **क्षारक के साथ अभिक्रिया:** खनिज अम्ल की तरह, एथेनॉइक अम्ल सोडियम हाइड्रॉक्साइड जैसे क्षारक के साथ अभिक्रिया करके लवण (सोडियम एथेनोएट या आमतौर पर सोडियम एसिटेट) और जल बनाता है:



- **कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ अभिक्रिया:** एथेनॉइक अम्ल कार्बोनेट और हाइड्रोजन कार्बोनेट के साथ अभिक्रिया करके लवण, कार्बन डाइऑक्साइड और जल बनाता है। उत्पन्न लवण को आमतौर पर **सोडियम एसिटेट** कहा जाता है।



- **साबुन और अपमार्जक:** अधिकांश गंदगी तैलीय प्रकृति की होती है और तेल जल में नहीं घुलता है। साबुन के अणु लंबी शृंखला वाले कार्बोक्सिलिक एसिड के सोडियम या पोटेशियम लवण होते हैं। साबुन का आयनिक सिरा जल के साथ क्रिया करता है जबकि कार्बन वाला सिरा तेल के साथ क्रिया करता है।

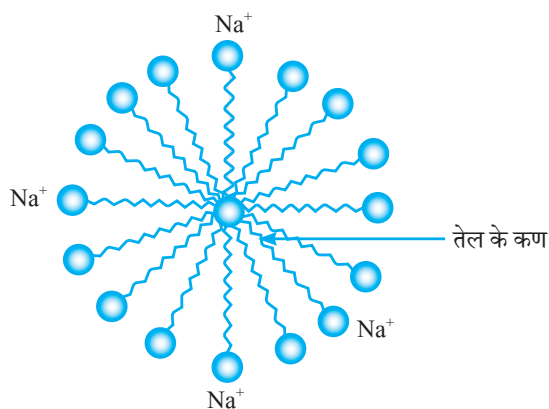
- साबुन का आयनिक भाग जल से जबकि कार्बन शृंखला तेल से पारस्परिक क्रिया करती है। इस प्रकार साबुन के अणु मिसेली संरचना तैयार करते हैं, जहाँ अणु का एक सिरा तेल कण की ओर तथा आयनिक सिरा बाहर की ओर होता है।

- इससे जल में इमल्शन बनता है। इस प्रकार साबुन का मिसेल मैल को पानी बाहर निकलने में मदद करता है और हमारे कपड़े साफ हो जाते हैं।

- साबुन ऐसे अणु होते हैं, जिनके दोनों सिरों के गुण अलग-अलग होते हैं, एक हाइड्रोफिलिक होता है, यानी यह पानी के साथ क्रिया करता है, जबकि दूसरा सिरा हाइड्रोफोबिक होता है, यानी यह हाइड्रोकार्बन के साथ क्रिया करता है। जब साबुन जल की सतह पर होता है, तब इसके अणु अपने को इस प्रकार व्यवस्थित कर लेते हैं की इसका आयनिक सिरा जल के अंदर होता है जबकि दूसरा छोर जल के बाहर होता है।

- जल के अंदर इन अणुओं की एक विशेष व्यवस्था होती है, जिससे इसका हाइड्रोकार्बन सिरा जल के बाहर बना होता है। ऐसा अणुओं का बड़ा गुच्छा बनने के कारण होता है, जिसमें जलविरागी पूँछ गुच्छे के आंतरिक हिस्से में होती है, जबकि उसका आयनिक सिरा गुच्छे की सतह पर होता है। इस संरचना को मिसेल कहते हैं।

- मिसेल के रूप में साबुन स्वच्छ करने में सक्षम होता है, क्योंकि तैलीय मैल मिसेल के केंद्र में एकत्र हो जाते हैं। मिसेल विलयन में कोलॉइड के रूप में बने रहते हैं तथा आयन-आयन विकर्षण के कारण वे अवक्षेपित नहीं होते। इस प्रकार मिसेल में तैरते मैल आसानी से हटाए जा सकते हैं। साबुन के मिसेल प्रकाश को प्रकीर्णित कर सकते हैं। यही कारण है कि साबुन का घोल बादल जैसा दिखता है।



चित्र 9.8: मिसेल का निर्माण

विचारणीय बिंदु

साबुन और अपमार्जक को जब जल में मिलाया जाता है तो बुलबुले बनते हैं और सफाई में मदद करते हैं। इस पर विचार कीजिए कि यह क्रियाविधि किस प्रकार संचालित होती है और पृष्ठ तनाव क्या है?



निष्कर्ष

उपर्युक्त चर्चा से यह स्पष्ट है कि तत्त्वों को धातुओं और अधातुओं के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है। वे कमरे के तापमान पर पारा को छोड़कर ठोस अवस्था में पाए जाते होते हैं। विभिन्न धातुओं की जल और तनु अम्लों के साथ अलग-अलग अभिक्रियाशीलता होती है। मिश्र धातु दो या अधिक धातुओं या एक धातु और एक अधातु का समांगी मिश्रण है। अधातुएँ धातुओं के साथ अभिक्रिया करते समय इलेक्ट्रॉन प्राप्त करके ऋणात्मक रूप से आवेशित हो जाती हैं। अधातुएँ ऑक्साइड बनाती हैं जो या तो अम्लीय अथवा उदासीन होते हैं। अधातुएँ तनु अम्लों से हाइड्रोजन को विस्थापित नहीं करती हैं। वे हाइड्रोजन के साथ अभिक्रिया करके हाइड्राइड बनाती हैं। कार्बन एक सर्वतोमुखी तत्त्व है, जो सभी सजीवों और हमारे द्वारा उपयोग की जाने वाली कई वस्तुओं का आधार है। कार्बन स्वयं और हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, सल्फर, नाइट्रोजन एवं क्लोरीन जैसे अन्य तत्त्वों के साथ सहसंयोजक आबंध बनाता है। कार्बन और इसके यौगिक, ईंधन के प्रमुख स्रोत हैं। एथेनॉल और एथेनॉइक एसिड हमारे दैनिक जीवन के महत्वपूर्ण कार्बन यौगिक हैं। साबुन और अपमार्जक की सफाई प्रक्रिया हाइड्रोफोबिक और हाइड्रोफिलिक दोनों समूहों की उपस्थिति पर आधारित होती है और इससे तैलीय गंदगी को हटाने में मदद मिलती है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **ऐनोडीकरण:** ऐनोडीकरण एल्युमीनियम पर मोटी ऑक्साइड की परत बनाने की प्रक्रिया है।
- ❖ **एक्वा रेजिया (अम्लराज):** अम्लराज (रॉयल जल का लैटिन शब्द) 3:1 के अनुपात में सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं सांद्र नाइट्रिक अम्ल का ताज़ा मिश्रण होता है।
- ❖ **खनिज:** प्रकृति में पाए जाने वाले ठोस समांगी अकार्बनिक पदार्थ जिनकी एक निश्चित रासायनिक संरचना होती है।
- ❖ **अयस्क:** एक खनिज जिसमें धातु होती है और जो खनन हेतु पर्याप्त लाभकारी होती है।
- ❖ **आधात्री:** खनिज अयस्कों में मिट्टी, रेत आदि जैसी कई अशुद्धियाँ होती हैं, जिन्हें आधात्री (Gangue) कहते हैं।
- ❖ **शुद्ध सोना:** 24 कैरेट सोने की मात्रा को शुद्ध सोना कहते हैं तथा यह काफ़ी नर्म होता है।
- ❖ **कार्बनिक यौगिक:** रासायनिक यौगिकों का एक बड़ा वर्ग जिसमें कार्बन के एक या अधिक परमाणु अन्य तत्त्वों, आमतौर पर हाइड्रोजन, ऑक्सीजन या नाइट्रोजन के परमाणुओं से सहसंयोजक रूप से बंधे होते हैं।





संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VII के अध्याय-3 तथा कक्षा-VIII के अध्याय-3 व 4 का सारांश शामिल है।

परिवय

दैनिक जीवन, तकनीकी प्रगति और पर्यावरण के प्रति जागरूकता के विभिन्न पहलुओं को समझने से पूर्व ऊर्जा के सिद्धांतों और गतिशीलता को समझना आवश्यक है। ऊर्जा आधुनिक सभ्यता की जीवरेखा हैं, जो हमारे घरों, उद्योगों और परिवहन प्रणालियों के संचालन में सहायता प्रदान करते हैं। यह व्यापक अवलोकन, कोयला और पेट्रोलियम, सीमित प्राकृतिक संसाधन, दहन और अग्नि से लेकर ऊष्मा हस्तांतरण की जटिलताओं और हमारे कपड़ों के चयन के पीछे के विज्ञान तक, ऊर्जा के बहुमुखी क्षेत्र में विस्तृत जानकारी प्रदान करता है।

विचारणीय बिंदु

कोयला, प्राकृतिक गैस तथा पेट्रोलियम सभी जीवाश्मों से प्राप्त होते हैं फिर भी उनके गुणों में भिन्नता पाई जाती है। उनके निर्माण की प्रक्रिया में अंतर के बारे में विचार कीजिए जो एक ही जीवाश्म से बने अलग-अलग प्रकार के ऊर्जा स्रोतों का निर्माण करते हैं।



ऊष्मा और उसकी अनुभूति

सर्दियों में ऊनी कपड़े और गर्मियों में सूती कपड़ों का चयन, इस बात पर निर्भर करता है कि ये कपड़े अलग-अलग तापमान में हमें सुरक्षा प्रदान करते हैं एवं अनुकूल तापमान बनाए रखने में सहायक होते हैं, जिसके कारण हम विभिन्न तापमानों को सहन कर पाते हैं।



चित्र 10.1: तीन पात्रों में पानी के ताप का अनुभव करना

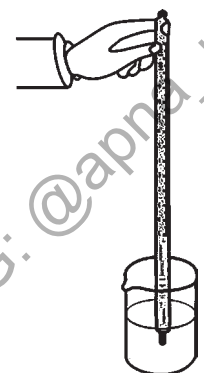
दैनिक तापमान में बदलाव:

- हमारे आस-पास की वस्तुओं का तापमान अलग-अलग होता है, कुछ गर्मी का आभास कराते हैं, तो कुछ ठंडक का।
- **स्पर्श की विश्वसनीयता:** हम केवल किसी वस्तु को स्पर्श कर तापमान का सटीक अनुमान नहीं लगा सकते हैं। हाथों को गर्म और ठंडे जल में और फिर गुनगुने जल में डुबाने से जुड़ा एक प्रयोग इसे स्पष्ट करता है। हमारी स्पर्श की संवेदना हमेशा किसी वस्तु के तापमान का सटीक संकेतक नहीं होती है।

तापमान मापने का विज्ञान:

प्रायोगिक थर्मामीटर:

- **थर्मामीटर:** तापमान मापने के लिए थर्मामीटर एक महत्वपूर्ण उपकरण है।
- प्रायोगिक थर्मामीटर का उपयोग विभिन्न वस्तुओं के तापमान को मापने के लिए किया जाता है, यह चिकित्सकीय थर्मामीटर से भिन्न होता है, जिसका उपयोग विशेष रूप से मानव शरीर के तापमान को मापने के लिए किया जाता है।
- **विशेषताएँ और सीमा:** प्रायोगिक थर्मामीटर की सीमा आमतौर पर -10 डिग्री सेल्सियस से 110 डिग्री सेल्सियस होती है। सटीक मापन के लिए इस थर्मामीटर के प्रत्येक बिंदु का तापान्तर समझना आवश्यक है।
- **उपयोग:** प्रायोगिक थर्मामीटर के माध्यम से तापमान मापने के लिए, इसके अग्र भाग को पदार्थ (जैसे, जल) में डुबाएँ और सुनिश्चित करें कि यह बर्तन के किनारों या तल को स्पर्श न करें।
 - थर्मामीटर को सीधा रखें तथा पारा के स्तर के स्थिर होने का प्रतीक्षा करें। साथ ही पदार्थ में डूबे रहने के दौरान ही थर्मामीटर का पाठ्यांक लें।



चित्र 10.2: प्रायोगिक थर्मामीटर से जल का तापमान मापना

- इसका कारण यह है कि पदार्थ से निकाले जाने के बाद पारा का स्तर परिवर्तित होना प्रारंभ हो जाता है।
- यह विशेषता प्रायोगिक थर्मामीटर को शरीर के तापमान को मापने के लिए असुविधाजनक बनाती है, क्योंकि चिकित्सकीय थर्मामीटर के विपरीत, यह स्रोत से अलग हो जाने के बाद सही आँकड़े प्रदान नहीं करता है।
- ❑ **चिकित्सकीय थर्मामीटर से तुलना:** चिकित्सकीय थर्मामीटर में एक अनूठी विशेषता यह है कि उसके अग्रभाग पर घुमावदार संरचना पाई जाती है। यह घुमावदार संरचना पारे के स्तर को गिरने से रोकती है, जिससे इसे रोगी के मुख से निकालने के बाद भी तापमान पढ़ा जा सकता है।

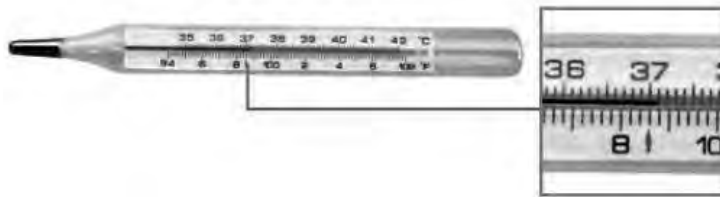


चित्र 10.3: चिकित्सकीय थर्मामीटर में एक विभंग होता है

- यही कारण है कि चिकित्सकीय थर्मामीटर शरीर के तापमान को मापने के लिए अधिक उपयुक्त हैं, प्रायोगिक थर्मामीटर नहीं हैं।
- ❑ **पर्यावरण संबंधी चिंताएँ:** पारे से जुड़े पर्यावरणीय खतरों को देखते हुए, जो विषैला होता है से निपटना चुनौतीपूर्ण होता है, थर्मामीटर में इसके उपयोग को लेकर चिंताएँ विद्यमान हैं।
- परिणामस्वरूप, डिजिटल थर्मामीटर जिसमें पारे का उपयोग नहीं होता है, तेजी से लोकप्रिय हो रहा है।

चिकित्सकीय थर्मामीटर

- ❑ चिकित्सकीय थर्मामीटर विशेष रूप से शरीर के तापमान को मापने के लिए निर्मित किया गया है।
- ❑ **संरचना और रीडिंग:** इस थर्मामीटर में एक ग्लास ट्यूब होती है जिसके एक सिरे पर पारे से भरा बल्ब होता है।



चित्र 10.4: चिकित्सकीय थर्मामीटर

- ❑ रीडिंग सेल्सियस स्केल ($^{\circ}\text{C}$) पर ली जाती है। इसकी पाठ्यंक सीमा 35°C और 42°C के बीच सीमित है, जो सामान्य मानव शरीर के तापमान स्पेक्ट्रम के अनुरूप है।
- ❑ **शरीर का तापमान मापने की प्रक्रिया:** शरीर का तापमान मापने के लिए, थर्मामीटर के बल्ब को एक मिनट के लिए जीभ के नीचे रखा जाता और फिर पारे के स्तर का निरीक्षण किया जाता है।
 - औसत शरीर का तापमान 37°C के आस-पास होता है। हालाँकि, व्यक्तिगत तापमान में मामूली भिन्नता आ सकती है।
- ❑ **उपयोग सीमाएँ:** चिकित्सकीय थर्मामीटर का डिज़ाइन मानव शरीर के तापमान को मापने के लिए विशेष रूप से किया गया है। अन्य उद्देश्यों के लिए इसका उपयोग करना, जैसे उबलते तरल पदार्थ का तापमान मापना के लिए इसका उपयोग करना सही नहीं है।
 - इसके अतिरिक्त, थर्मामीटर को क्षतिग्रस्त होने से बचाने के लिए, इसे अत्यधिक गर्म और सीधे सूर्य के प्रकाश में नहीं रखना चाहिए।



चित्र 10.5: चिकित्सकीय थर्मामीटर को पढ़ने की सही विधि

ऊष्मा का स्थानांतरण

ऊष्मा प्रवाह

- ❑ वस्तुएँ गर्म होने पर, गर्म क्षेत्र से ठंडे क्षेत्र में ऊष्मा स्थानांतरित करती हैं। उदाहरण के लिए, एक फ्राइंग पैन अग्नि के संपर्क में आने पर गर्म हो जाता है, ऊष्मा अग्नि से पैन में स्थानांतरित हो जाती है। जब इसे हटाया जाता है, तो पैन ठंडा हो जाता है क्योंकि यह ऊष्मा को ठंडे वातावरण में स्थानांतरित करता है।
- ❑ संक्षेप में, ऊष्मा स्थानांतरण तीन प्रकारों से होता है:
 - चालन (ठोस पदार्थों के माध्यम से),
 - संवहन (द्रवों के माध्यम से),
 - विकिरण (निर्वात या माध्यम दोनों से)।

- पदार्थ की प्रकृति और उसका वातावरण यह निर्धारित करता है कि कौन सी विधि अधिक प्रभावी होगी।



चित्र 10.6: धातु की पट्टी में ऊष्मा का स्थानांतरण



चित्र 10.7: विभिन्न पदार्थों में ऊष्मा का स्थानांतरण

- **चालन:** वह प्रक्रम जिसमें ऊष्मा किसी वस्तु के गर्म सिरे से ठंडे सिरे की ओर स्थानांतरित होती है, चालन कहलाता है। एक धातु की छड़, जब एक छोर पर गर्म होती है, तो अंततः उसका दूसरा छोर भी गर्म हो जाएगा, जो चालन की प्रक्रिया को दर्शाता है।
- सभी पदार्थ समान रूप से ऊष्मा का चालन नहीं करते हैं। एल्युमीनियम, लोहा और ताँबा जैसे पदार्थ अच्छे ऊष्मा चालक होते हैं, जबकि प्लास्टिक और लकड़ी ऊष्मा के कुचालक होते हैं, जिन्हें **इन्सुलेटर** भी कहा जाता है।
- **संवहन:** जल और वायु जैसे तरल पदार्थ मुख्य रूप से संवहन के माध्यम से ऊष्मा का स्थानांतरण करते हैं। जब किसी तरल पदार्थ को गर्म किया जाता है, तो ऊष्मा स्रोत के पास वाले भाग का घनत्व कम हो जाता है और ऊपर उठ जाता है, और ठंडा, सघन भाग नीचे प्रतिस्थापित हो जाता है। यह परिसंचरण पूरे तरल पदार्थ में ऊष्मा का स्थानांतरण करता है।



चित्र 10.8: जल में ऊष्मा का संवहन



चित्र 10.9: वायु में संवहन द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण

- तटीय क्षेत्रों में, समुद्री पवनें (दिन के दौरान) और स्थलीय पवनें (रात में) वायु में संवहन के उदाहरण हैं, जो स्थल और समुद्र के बीच तापमान में अंतर के कारण होता है।
- समुद्र से आने वाली वायुओं को **समुद्र समीर (Sea breeze)** कहा जाता है। रात में यह बिल्कुल उल्टा होता है। जल स्थल की तुलना में अधिक धीरे-धीरे ठंडा होता है। इसलिए, स्थल से ठंडी वायु समुद्र की ओर बढ़ती है। इसे **स्थल समीर (land breeze)** कहा जाता है।

समुद्र समीर

स्थल समीर



चित्र 10.10: समुद्र समीर और स्थल समीर

- ❑ **विकिरण:** सूर्य का प्रकाश विकिरण के माध्यम से पृथ्वी तक पहुँचता है। चालन और संवहन के विपरीत, विकिरण को किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है; यह विधि निर्वात में भी हो सकता है। सभी गर्म वस्तुएँ विकिरण उत्सर्जित करती हैं।
 - ऊष्मा विकिरण प्राप्त करने पर, वस्तुएँ इसे परावर्तित, अवशोषित या संचारित कर सकती हैं। अवशोषित ऊष्मा वस्तु के तापमान को बढ़ाती है। उदाहरण के लिए, धूप में छाते का उपयोग करना ऊष्मा विकिरण से बचाव का एक उदाहरण है।

गर्मियों और सर्दियों में तापमान

विभिन्न मौसमों के अनुसार हमारे कपड़ों के चुनाव का मुख्य कारण रंगों और सामग्रियों के ऊष्मा अवशोषण और परावर्तन जैसे गुण हैं। कपड़े के निर्माण सामग्री, उचित ऊष्मा स्थानांतरण को विनियमित करके हमें विभिन्न तापों को सहन करने में सहायता करते हैं।

रंग और ऊष्मा अवशोषण

- ❑ गर्मियों में, हम आमतौर पर हल्के रंग के कपड़े पहनना पसंद करते हैं, जबकि सर्दियों में, हम गहरे रंग के कपड़े पहनना पसंद करते हैं।
- ❑ यह समझने के लिए कि ऐसा क्यों होता है, दो समान टिन के कंटेनर के साथ एक प्रयोग करते हैं, जिन्हें दो अलग रंगों (एक काला और दूसरा सफेद) में रंगा गया है।
- ❑ जब दोनों कंटेनर को जल से भरा जाता है और सूर्य के प्रकाश के संपर्क में आते हैं, तो काले रंग से रंगा गया कंटेनर तेजी से गर्म होता है। यह दर्शाता है कि गहरे रंग की सतह अधिक ऊष्मा अवशोषित करती है। अतः सर्दियों में हमें गर्म रखने के लिए गहरे रंग के कपड़े बेहतर होते हैं।
- ❑ इसके विपरीत, हल्के रंग के कपड़े सबसे अधिक ऊष्मा को परावर्तित करते हैं, जिससे वे गर्मियों के लिए अधिक आरामदायक होते हैं।



चित्र 10.11: काले और सफेद पृष्ठ वाले कंटेनर

ऊन की गर्माहट:

- ❑ सर्दियों के दौरान ऊनी कपड़े अधिक पसंद किए जाते हैं क्योंकि वे गर्माहट देते हैं। ऊन गर्मी का खराब संचालक है और इसके रेशों के बीच वायु फँसी रहती है, जिससे इन्सुलेशन होता है।
- ❑ यह शरीर की ऊष्मा को ठंडे वातावरण में जाने से रोकता है।

कंबल का वजन:

- ❑ जब सर्दियों के दौरान एक मोटे कंबल या एक साथ जुड़े हुए दो पतले कंबलों के बीच विकल्प दिया जाता है, तो दूसरा विकल्प बेहतर माना जाता है।
- ❑ इसका मुख्य कारण दो पतले कंबलों के बीच फँसी वायु की परत है, जो अतिरिक्त इन्सुलेशन प्रदान करती है।

विल्डिंग इन्सुलेशन:

- ❑ घरों में ऊष्मा का अनुकूलन डिजाइन विकल्पों के माध्यम से सुनिश्चित किया जा सकता है, जैसे बाहरी दीवारों का निर्माण जो वायु की परतों का निर्माण करती हैं।
- ❑ ऐसी ही एक विधि में खोखली ईंटों का उपयोग करना भी शामिल है, जो इमारत के अंदर अत्यधिक गर्मी या ठंडक को रोकती हैं।

कोयला और पेट्रोलियम

मूलभूत आवश्यकताओं को पूर्ण करने वाली सामग्री प्रकृति से प्राप्त होती है या मानव प्रयासों से निर्मित की जाती है। वायु, पानी, मिट्टी और खनिज प्राकृतिक संसाधन हैं। प्राकृतिक संसाधनों को निम्नलिखित दो समूहों में वर्गीकृत किया जाता है:

- ❑ **अक्षय प्राकृतिक संसाधन:** ये प्रकृति में असीमित मात्रा में पाए जाते हैं और मानव गतिविधियों से समाप्त नहीं होते हैं। उदाहरणों में सूर्य का प्रकाश, वायु आदि शामिल हैं।
- ❑ **समाप्त होने वाले प्राकृतिक संसाधन:** ये प्रकृति में सीमित मात्रा में उपलब्ध हैं और मानव गतिविधियों से समाप्त हो सकते हैं। वन, वन्यजीव, खनिज, कोयला, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस आदि इसके उदाहरण हैं।

जीवाश्म ईंधन: सीमित संसाधनों का उपयोग:

- ❑ खाद्य पदार्थों से भरे कंटेनर समाप्त होने वाले प्राकृतिक संसाधनों का प्रतिनिधित्व करते हैं।
- ❑ अलग-अलग पीढ़ियाँ इन संसाधनों का भिन्न-भिन्न तरीके से उपभोग करती हैं।



चित्र 10.12: कोयला

- पीढ़ियाँ भविष्य की पीढ़ियों के लिए संसाधन छोड़ सकती हैं।
- यह अवधारणा कुछ संसाधनों की सीमित उपलब्धता को रेखांकित करती है।
- कोयला, पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस जैसे समाप्त होने वाले प्राकृतिक संसाधन जीवित जीवों के मृत अवशेषों से बनते हैं, इन्हें जीवाश्म ईंधन कहा जाता है।

कोयला:

कोयला कठोर, पत्थर जैसा, काले रंग का पदार्थ होता है। खाना पकाने, रेल के इंजन, थर्मल पावर प्लांट और विभिन्न उद्योगों में इसका ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है।

□ संघटन:

- लगभग 300 मिलियन वर्ष पूर्व, पृथ्वी पर निचले आर्द्रभूमि क्षेत्रों में घने वन विद्यमान थे। किंतु प्राकृतिक आपदाओं के कारण वन मिट्टी के नीचे दब गए।
- **कार्बनीकरण (Carbonisation):** समय के साथ, बढ़ते दाब और तापमान के कारण, मृत पौधे कोयले में परिवर्तित हो गए। रूपांतरण की इस प्रक्रिया को **कार्बनीकरण** कहा जाता है।
- चूँकि यह वनस्पतियों के अवशेष से बना था, इसलिए कोयला एक जीवाश्म ईंधन है।

- **कोयले का दहन:** जब कोयले को ऑक्सीजन की उपस्थिति में गर्म किया जाता है, तो यह मुख्य रूप से कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्सर्जित करता है।

□ कोयले से बने उत्पाद:

- **कोक:** यह एक कठोर, छिद्रपूर्ण, काला रंग का ठोस पदार्थ होता है, जिसे कार्बन का लगभग शुद्ध रूप माना जाता है। इसका उपयोग स्टील निर्माण और धातु निष्कर्षण के क्षेत्र में किया जाता है।
- **कोल तार:** यह एक काला, गाढ़ा तरल पदार्थ है, जिसकी एक अप्रिय गंध होती है।
 - यह लगभग 200 पदार्थों का मिश्रण होता है।
 - कोलतार का उपयोग **सिंथेटिक रंगों, दवाओं, विस्फोटकों, इत्र, प्लास्टिक, पेंट, फोटोग्राफिक सामग्री और छत बनाने वाली सामग्री** के लिए किया जाता है।
 - **नैफथलीन बॉल्स**, जो कीटों को दूर भगाती हैं, इससे प्राप्त होती हैं।
- **कोल गैस:** कोल गैस, कोक निर्माण के दौरान कोयले के प्रसंस्करण द्वारा प्राप्त होती है। इसका उपयोग कोयला प्रसंस्करण संयंत्रों के पास उद्योगों में ईंधन के रूप में किया जाता है। ऐतिहासिक रूप से इसका उपयोग स्ट्रीट लाइटिंग के लिए किया जाता था, वर्तमान में इसका उपयोग तापन के लिए किया जाता है।



चित्र 10.13: एक कोयला खदान

विचारणीय बिंदु

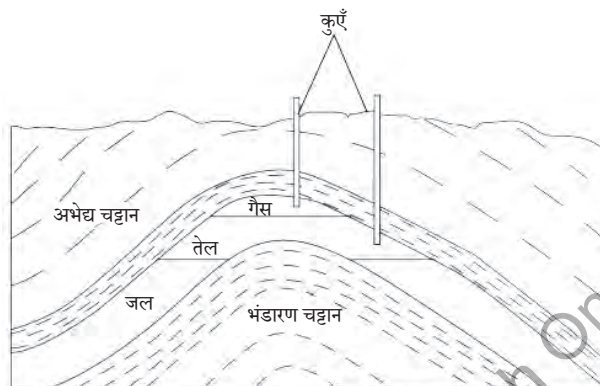
कोयला, प्राकृतिक गैस, पेट्रोलियम सभी जीवाश्मों से प्राप्त होते हैं, फिर भी उनके गुण अलग-अलग होते हैं। उनके निर्माण की प्रक्रिया में अंतर के बारे में विचार कीजिए।



पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस:

□ पेट्रोलियम:

- “पेट्रोलियम” शब्द “पेट्रा” (चट्टान) और “ओलियम” (तेल) से व्युत्पन्न हुआ है, जो पृथ्वी की चट्टानों के नीचे से इसके निष्कर्षण को इंगित करता है।
- हल्के वाहन जैसे मोटरसाइकिल, स्कूटर और कार ईंधन के रूप में पेट्रोल का उपयोग किया जाता है। भारी मोटर वाहन जैसे ट्रक और ट्रैक्टर डीजल से चलते हैं।



चित्र 10.14: पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस के भंडार

■ गठन:

- पेट्रोलियम उन जीवों से प्राप्त होता है जो कभी समुद्र में रहते थे। लाखों वर्षों में, ये मृत जीव उच्च तापमान, उच्च दाब और वायु की अनुपस्थिति के कारण पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस में परिवर्तित हो गए।
- चूँकि तेल और गैस जल से हल्के होते हैं, इसलिए वे जल के ऊपर तैरते होते हैं।

■ खोज और स्थान: विश्व का पहला तेल कुआँ वर्ष 1859 में पेंसिल्वेनिया, यूएसए में खोजा गया था।

- भारत में, तेल की खोज सर्वप्रथम वर्ष 1867 में असम (मकुम) में हुई थी। इसके अतिरिक्त अन्य स्थानों में गुजरात, मुंबई हाई और गोदावरी और कृष्णा नदी घाटियाँ शामिल हैं।

■ शोधन: पेट्रोलियम, जो अपने गहरे और तेलीय रंग के कारण जाना जाता है, में एक अप्रिय गंध होती है। इसमें पेट्रोलियम गैस, पेट्रोल, डीजल, चिकनाई युक्त तेल और पैराफिन मोम सहित विभिन्न पदार्थ पाए जाते हैं। शोधन के अंतर्गत इन घटकों को अलग करने की प्रक्रिया शामिल है।

■ उत्पाद और पेट्रोकेमिकल्स: पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस से प्राप्त पदार्थों को 'पेट्रोकेमिकल्स' कहा जाता है।

- ये पदार्थ डिटर्जेंट, पॉलिएस्टर, नायलॉन और ऐक्रेलिक जैसे फाइबर, साथ ही पॉलिथीन और प्लास्टिक के उत्पादन में सहायक हैं।
- प्राकृतिक गैस से प्राप्त हाइड्रोजन गैस यूरिया जैसे उर्वरकों के उत्पादन में महत्वपूर्ण है।
- काला सोना: पेट्रोलियम के महत्वपूर्ण वाणिज्यिक मूल्य के कारण, इसे अक्सर 'काला सोना' कहा जाता है।



चित्र 10.15: एक पेट्रोलियम रिफाइनरी

विचारणीय बिंदु

पेट्रोलियम को परिष्कृत करने पर पेट्रोल, डीजल, केरोसिन आदि जैसे विभिन्न उत्पाद प्राप्त होते हैं, जिनका हम दैनिक जीवन में बड़े पैमाने पर उपयोग करते हैं। पेट्रोल, डीजल और केरोसिन के बीच कम-से-कम पाँच अंतरों के बारे में विचार कीजिए। डीजल, प्रदूषण में अत्यधिक योगदान क्यों करता है? पेट्रोल बेहतर त्वरण क्यों देता है लेकिन भारी वाहनों, लोकमोटिव, पनडुब्बियों को चलाने के लिए डीजल का अत्यधिक उपयोग क्यों किया जाता है?



पेट्रोलियम के विभिन्न घटक और उनके उपयोग:

क्रम संख्या	पेट्रोलियम के घटक	उपयोग
1.	पेट्रोलियम गैस तरल रूप में (LPG)	घर और उद्योग के लिए ईंधन
2.	पेट्रोल	मोटर ईंधन, विमानन ईंधन, ड्राई क्लीनिंग विलायक
3.	केरोसिन	स्टोव, लैंप और जेट विमान के लिए ईंधन
4.	डीजल	भारी मोटर वाहनों और इलेक्ट्रिक जनरेटर के लिए ईंधन
5.	चिकनाई युक्त तेल (Lubricating oil)	स्नेहक
6.	पैराफिन मोम	मलहम, मोमबतियों और वैसलीन में उपयोग किया जाता है।
7.	बिटुमेन	पेंट और सड़क निर्माण में उपयोग किया जाता है।

■ प्राकृतिक गैस:

- प्राकृतिक गैस एक आवश्यक जीवाश्म ईंधन है, इसकी आपूर्ति हेतु मुख्य रूप से सिलेंडर और पाइपलाइन का उपयोग किया जाता है।
- इसे संपीड़ित प्राकृतिक गैस (CNG) बनाने के लिए उच्च दबाव में संगृहीत किया जाता है, जिसका उपयोग विद्युत उत्पादन के लिए किया जाता है।
- इसकी कम प्रदूषणकारी प्रकृति के कारण इसे परिवहन के साधनों में ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है, क्योंकि इसे स्वच्छ ईंधन के रूप में जाना जाता है।
- प्रत्यक्ष उपयोग: प्राकृतिक गैस को घरों और कारखानों में सीधे प्रयोग किया जाता है।
- पाइपलाइनों का एक नेटवर्क वडोदरा (गुजरात) और दिल्ली के कुछ हिस्सों में इसकी आपूर्ति की सुविधा प्रदान करता है।
- अनुप्रयोग: प्राकृतिक गैस कई रसायनों और उर्वरकों के उत्पादन के लिए एक आधारभूत सामग्री के रूप में भी कार्य करती है।
- भारतीय भंडार: भारत में प्राकृतिक गैस के भंडार प्रचुर मात्रा में हैं, जिनमें त्रिपुरा, राजस्थान, महाराष्ट्र और कृष्णा-गोदावरी डेल्टा क्षेत्र शामिल हैं।

विचारणीय बिंदु

ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों में प्राकृतिक गैस का उपयोग बढ़ रहा है क्योंकि इसकी प्रकृति कम प्रदूषणकारी है। शैल गैस, टाउन गैस, मेथेन क्लैथ्रेट जैसी विभिन्न प्रकार की प्राकृतिक गैस में अंतर के बारे में विचार कीजिए।



सीमित प्राकृतिक संसाधन

- जैसा कि पहले बताया गया है, जीवाश्म ईंधन, वन और खनिज जैसे कुछ प्राकृतिक संसाधन समाप्त होने वाले हैं। मृत जीवों को कोयला और पेट्रोलियम जैसे ईंधन में परिवर्तित होने में लाखों वर्ष का समय लगता है, लेकिन ज्ञात भंडार शायद कुछ और शताब्दियों तक ही उपलब्ध रहेंगे।
- इन ईंधनों का दहन वायु प्रदूषण का मुख्य कारण है और यह ग्लोबल वार्मिंग से जुड़ा हुआ है।
- स्वच्छ वातावरण सुनिश्चित करने, ग्लोबल वार्मिंग के जोखिमों को कम करने के लिए इन संसाधनों का विवेकपूर्ण उपयोग करना अनिवार्य है।
- भारत में, **पेट्रोलियम संरक्षण अनुसंधान संघ (PCRA)** इस जीवाश्म ईंधन के संरक्षण हेतु कुछ सुझाव प्रस्तुत करता है जैसे:
 - वाहन चलाते समय एक समान गति बनाए रखना,
 - लंबे समय तक रुकने पर इंजन बंद करना,
 - टायर का सही दबाव सुनिश्चित करना और
 - नियमित रूप से वाहन का रखरखाव करना।



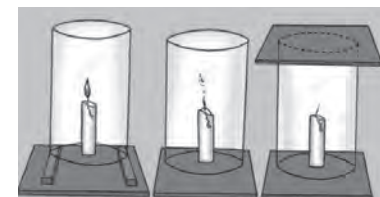
चित्र 10.16: मैग्नीशियम का जलना

दहन और ज्वाला

- ईंधन का उपयोग घरों, उद्योगों और ऑटोमोबाइल में किया जाता है। उदाहरणों के लिए गोबर, लकड़ी, लकड़ी का कोयला, पेट्रोल, डीजल और संपीड़ित प्राकृतिक गैस (CNG) आदि।
- मोमबत्ती और कोयले जैसे विभिन्न पदार्थों के जलने में भिन्नता पाई जाती है, कुछ में ज्वाला उत्पन्न होती है और कुछ में नहीं।

दहन क्या है?

- दहन एक रासायनिक प्रक्रिया है, जिसमें कोई पदार्थ ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया करके ऊष्मा उत्पन्न करता है। जलने वाले पदार्थ को दहनशील या ईंधन कहा जाता है, जो ठोस, तरल या गैस हो सकता है।
- दहन के दौरान, प्रकाश भी ज्वाला या चमक के रूप में उत्सर्जित हो सकता है।
- मैग्नीशियम, जलने पर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनाता है तथा ऊष्मा और प्रकाश उत्सर्जित करता है।
- कोयले की तरह चारकोल भी ऑक्सीजन की उपस्थिति में प्रज्वलित होता है और कार्बन डाइऑक्साइड, ऊष्मा और प्रकाश उत्पन्न करता है।
- हमारे शरीर में, भोजन ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया करके ऊष्मा उत्पन्न करता है, जो ईंधन के रूप में कार्य करता है।
- **दहन के लिए आवश्यक शर्तें:**
 - दहन के लिए ऑक्सीजन एक आवश्यक घटक है।
 - मोमबत्ती ऑक्सीजन के प्रवाह के दौरान स्वतंत्र रूप से जलती है, लेकिन वायु की आपूर्ति सीमित होने पर टिमटिमाती है और धुआँ उत्पन्न करती है या पूरी तरह से बुझ जाती है।
 - वायु की आपूर्ति बंद करके आग को बुझाया जा सकता है, जैसा कि तब देखा जाता है जब जलते हुए व्यक्ति को कंबल से ढक दिया जाता है।



चित्र 10.17: यह प्रयोग दर्शाता है कि जलने के लिए ऑक्सीजन आवश्यक है



चित्र 10.18: एक व्यक्ति के शरीर पर लपेटा गया कंबल जिसके कपड़ों में आग लग गई

ज्वलन तापमान:

- विभिन्न पदार्थों के अलग-अलग तापमान होते हैं, जिस पर वे आग पकड़ते हैं, जिसे उनका ज्वलन तापमान कहा जाता है।

- उदाहरण के लिए, माचिस कमरे के तापमान पर नहीं जलती है, लेकिन माचिस की डिब्बी पर घर्षण करने पर जलती है।
- माचिस की तीलियों का डिजाइन अब अत्यधिक उन्नत हो गया है, वर्तमान सुरक्षा माचिस में पहले की तुलना में अधिक सुरक्षित रसायन होते हैं।
- एक दहनशील पदार्थ तब नहीं जलेगा जब उसका तापमान उसके प्रज्वलन तापमान से निम्न रहता है। यही कारण है कि खाना पकाने का तेल लंबे समय तक गर्म करने पर आग पकड़ सकता है, किंतु लकड़ी इससे भिन्न गुण प्रदर्शित करती है।
- प्रज्वलन तापमान सुनिश्चित करता है कि पदार्थ केवल तभी जलना प्रारंभ करता है जब उसे एक निश्चित तापमान प्रदान किया जाता है।
- इस अवधारणा का एक उदाहरण एक कागज का कप है, जो जल से भरे होने पर नहीं जलता क्योंकि जल कागज को उसके प्रज्वलन तापमान को कम बनाए रखता है।

□ ज्वलनशील पदार्थ:

- ये बहुत कम प्रज्वलन तापमान वाले पदार्थ हैं, जिससे वे आसानी से आग पकड़ लेते हैं।
- उदाहरण में पेट्रोल, एल्कोहल और द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG) शामिल हैं।

दहन के प्रकार:

- **तीव्र दहन:** जब पदार्थ के जलने की दर तीव्र होती है और वे ऊष्मा तथा प्रकाश उत्पन्न करते हैं। उदाहरण के लिए, जब एक जलती हुई माचिस या गैस लाइट को गैस स्टोव के पास लाया जाता है, तो गैस तेजी से जलती है, जो तीव्र दहन का उदाहरण है।

- **स्वतःस्फूर्त दहन:** यह दहन के एक प्रकार को संदर्भित करता है, जहाँ कोई पदार्थ बिना किसी स्पष्ट बाहरी कारण के स्वतः ही प्रज्वलित उठता है।

- फॉस्फोरस जैसे पदार्थ कमरे के तापमान पर वायु की उपस्थिति में प्रज्वलित हो सकते हैं।
- उदाहरणों में कोयले के महीन कण शामिल हैं, जिसकी स्वतःस्फूर्त दहन की प्रकृति के कारण कोयला खदानों में अचानक आग लग जाती है।
- सूरज की रोशनी या बिजली जैसे प्राकृतिक कारणों से स्वतःस्फूर्त दहन के कारण वनाग्नि की घटनाएँ देखी जा सकती हैं। हालाँकि, मानवीय लापरवाही, जैसे कि कैम्पफायर को बिना बुझाए छोड़ देना, अक्सर वनाग्नि का मुख्य कारण होता है।

- **विस्फोट:** विस्फोटक दहन तब होता है, जब अचानक अभिक्रिया के परिणामस्वरूप ऊष्मा, प्रकाश, ध्वनि और गैस तीव्र दर से निकलती है। त्यौहारों के दौरान आतिशबाजी इसका एक उत्तम उदाहरण प्रस्तुत करती है। जब पटाखा जलाया जाता है, तो यह विस्फोट करता है।

- पटाखे पर लगाया गया बाहरी दबाव भी विस्फोटक अभिक्रिया को स्थापित कर सकता है।

ज्वाला(लौ) की विशेषताएँ:

- LPG और मोमबत्ती की ज्वाला के रंग अलग-अलग होते हैं।



चित्र 10.21: मोमबत्ती और रसोई के चूल्हे की ज्वाला के रंग



चित्र 10.22: मिट्टी के तेल के लैंप, मोमबत्ती और बन्सन बर्नर की ज्वाला

- दहन के दौरान वाष्पित होने वाले पदार्थ ज्वाला निर्मित करते हैं। उदाहरण के लिए, मिट्टी का तेल और पिघला हुआ मोम।
- चारकोल के दहन से ज्वाला प्रज्वलित नहीं होती क्योंकि यह वाष्पीकृत नहीं होता।

- ज्वाला का चमकदार क्षेत्र बिना जले कार्बन कणों की उपस्थिति को इंगित करता है।

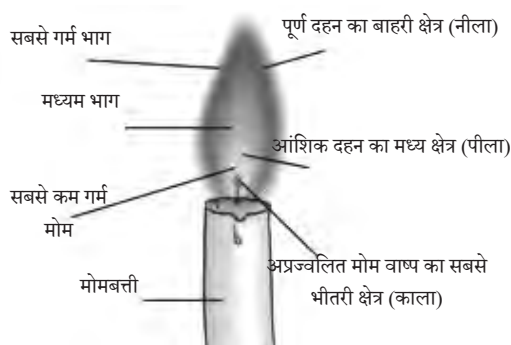


चित्र 10.23



चित्र 10.24

- गैर-चमकदार क्षेत्र ज्वाला का सबसे गर्म भाग होता है, जिसका उपयोग अक्सर सुनार कीमती धातुओं को पिघलाने के लिए करते हैं, क्योंकि इसका तापमान बहुत अधिक होता है।



चित्र 10.25: मोमबत्ती की ज्वाला के विभिन्न क्षेत्र



चित्र 10.26: धातु के पाइप से फूँक मारता सुनार

आग पर नियंत्रण

फायर ब्रिगेड की प्रतिक्रिया

- अग्नि प्रभावित क्षेत्र में पहुँचने पर, फायर ब्रिगेड आमतौर पर आग बुझाने के लिए जल का उपयोग करती है।
- जल दो उद्देश्यों की पूर्ति करता है:
 - यह दहनशील पदार्थ को ठंडा करता है, इसके तापमान को प्रज्वलन बिंदु से कम करता है, जिससे आग फैलने की दर कम हो जाती है।
 - जल वाष्प दहनशील पदार्थ को आच्छादित कर लेती है, साथ ही वायु की आपूर्ति को सीमित करती है, और आग को प्रभावी ढंग से बुझाती है।

आग के लिए अनुकूल परिस्थितियाँ:

- आग जलाने के लिए तीन महत्वपूर्ण तत्वों की आवश्यकता होती है:
 - ईंधन
 - वायु (ऑक्सीजन की आपूर्ति)
 - ऊष्मा (ईंधन के तापमान को उसके प्रज्वलन बिंदु से ऊपर उठाने के लिए)।
- आग पर नियंत्रण हेतु इनमें से एक या अधिक घटकों को अलग करना शामिल है।
- अग्निशामक यंत्र या तो वायु की आपूर्ति को सीमित करके, ईंधन के तापमान को कम करके, या दोनों का उपयोग कर कार्य करते हैं। कई स्थितियों में, ईंधन को (जैसे कि इमारत) हटाया नहीं जा सकता।



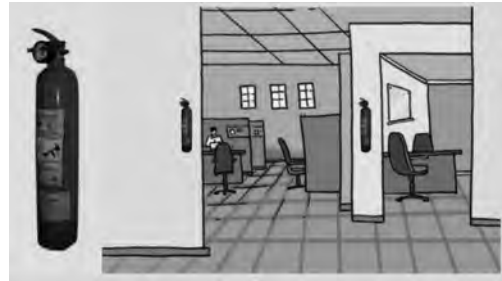
चित्र 10.27: फायरमैन दबाव में जल फेंककर आग बुझाता है

अग्निशामक यंत्रों के प्रकार:

- जल:
 - जल सबसे सामान्य अग्निशामक यंत्र है। यह लकड़ी और कागज जैसी सामग्रियों में लगने वाली आग के लिए प्रभावी है।
 - जल, विद्युत की आग (चालकता के कारण) या तेल और पेट्रोल की आग बुझाने के लिए उपयुक्त नहीं है (क्योंकि जल तेल से अधिक सघन होता है)।

कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2):

- यह विद्युत उपकरणों और पेट्रोल जैसी ज्वलनशील सामग्रियों से लगने वाली आग के लिए आदर्श है।
- यह ऑक्सीजन से भारी होती है, CO_2 आग पर एक आवरण बना देती है, जिससे ऑक्सीजन की आपूर्ति बंद हो जाती है।
- CO_2 आमतौर पर विद्युत उपकरणों को नुकसान नहीं पहुँचाती है।
- इसे सिलेंडर में उच्च दाब पर तरल के रूप में संगृहीत किया जा सकता है। जब ये गैस बाहर निकलती है तो फैलती है तथा इसकी प्रकृति ठंडी होती है, जिससे आग की ज्वाला को ठंडा करने में सहयोग मिलता है तथा आक्सीजन की आपूर्ति में कमी हो जाती जिसका दोहरा लाभ मिलता है।



चित्र 10.28: अग्निशामक यंत्र

सूखे पाउडर वाले रसायन:

- सूखे पाउडर वाले रसायन का निर्माण करने में सोडियम बाइकार्बोनेट (बेकिंग सोडा) या पोटेशियम बाइकार्बोनेट जैसे रसायनों का उपयोग किया जा सकता है।
- ये रसायन, आग में CO_2 छोड़ते हैं, जो फिर आग बुझाने में सहायक है।

ईंधन

- ऊष्मीय ऊर्जा के स्रोतों में लकड़ी, लकड़ी का कोयला, पेट्रोल और मिट्टी का तेल शामिल होता है, इन्हें ईंधन कहा जाता है।
- एक अच्छा ईंधन वह है जो: आसानी से उपलब्ध हो और किफायती हो।
 - वायु में मध्यम दर से जलता हो।
 - पर्याप्त गर्मी और न्यूनतम अवांछनीय अवशेष उत्पन्न करता हो।
- विभिन्न ईंधन ठोस, तरल और गैसीय रूपों में आते हैं।

ईंधन दक्षता:

- गोबर, कोयला और एलपीजी जैसे ईंधनों के दक्षता भिन्न-भिन्न होती है।
- कैलोरी मान: कैलोरी मान 1 किलोग्राम ईंधन के पूर्ण दहन पर उत्पन्न ऊष्मा ऊर्जा को दर्शाता है, जिसे kJ/kg (किलो जूल/किलोग्राम) में व्यक्त किया जाता है।

विभिन्न ईंधनों के कैलोरी मान	
ईंधन	कैलोरी मान (kJ/kg)
गाय के गोबर का उपला	6,000 - 8,000
लकड़ी	17,000 - 22,000
कोयला	25,000 - 33,000
पेट्रोल	45,000
केरोसिन	45,000
डीजल	45,000
मीथेन	50,000
सीएनजी	50,000
एलपीजी	55,000
बायोगैस	35,000 - 40,000
हाइड्रोजन	150,000

ईंधन का पर्यावरणीय प्रभाव:

- लकड़ी जलाने से:** बहुत ज्यादा धुआँ उत्पन्न होता है, जिससे श्वसन संबंधी समस्याएँ होती हैं। ईंधन के रूप में लकड़ी का उपयोग करने से पेड़ों और वनोन्मूलन में वृद्धि होती है, जो वर्तमान समय में एक गंभीर समस्या बन गयी है।
- कार्बन ईंधन:** ये बिना जले कार्बन कण उत्सर्जित करते हैं, जिसके कारण प्रदूषण का कारण बनते हैं तथा जो श्वसन संबंधी बीमारियाँ उत्पन्न करते हैं।
- कार्बन मोनोऑक्साइड:** यह अधूरे दहन से उत्पन्न एक हानिकारक गैस है, जो बंद कमरों में विशेष रूप से हानिकारक है।
- कार्बन डाइऑक्साइड:** ईंधन के दहन के कारण इसकी बढ़ी हुई सांद्रता ग्लोबल वार्मिंग का कारण बन सकती है।

- **सल्फर डाइऑक्साइड और नाइट्रोजन ऑक्साइड:** कोयला, डीजल और पेट्रोल के जलने से निकलने वाली ये गैसें अम्लीय वर्षा का कारण बनती हैं, जो फसलों, इमारतों और मिट्टी के लिए हानिकारक है।
- **सीएनजी की ओर संक्रमण:** वाहनों में डीजल और पेट्रोल की जगह CNG का इस्तेमाल किया जा रहा है, क्योंकि यह एक स्वच्छ ईंधन है और कम हानिकारक उत्पाद उत्सर्जित करती है।
- **ग्लोबल वार्मिंग:** इसकी विशेषता पृथ्वी के वायुमंडलीय तापमान में वृद्धि है, जिससे ध्रुवीय ग्लेशियर पिघल रहे हैं। ग्लोबल वार्मिंग के परिणामस्वरूप समुद्र का स्तर बढ़ रहा है, जिससे तटीय क्षेत्रों में बाढ़ आ रही है, और निचले क्षेत्रों के स्थायी रूप से जलमग्न होने की संभावना है।

निष्कर्ष

ऊर्जा, उसके स्रोत, उपयोग और प्रभाव का जटिल संतुलन एक जटिल जाल निर्मित करता है, जो हमारे तात्कालिक पर्यावरण और बड़े वैश्विक पारिस्थितिकी तंत्र दोनों को प्रभावित करता है। हमारे उद्योगों को ऊर्जा देने वाले जीवाश्म ईंधन से लेकर हमारे द्वारा पहने जाने वाले कपड़ों तक, ऊर्जा के विज्ञान को समझना सर्वोपरि है।

महत्वपूर्ण शब्दावलि

- ❖ **समाप्य प्राकृतिक संसाधन:** ये सीमित संसाधन हैं जो मानवीय गतिविधियों से समाप्त हो सकते हैं।
- ❖ **जीवाश्म ईंधन:** लाखों वर्षों में कार्बनिक पदार्थों के क्षय से बने ईंधन, जैसे कोयला और पेट्रोलियम को जीवाश्म ईंधन कहा जाता है।
- ❖ **कार्बनीकरण:** यह समय के साथ दबाव में मृत वनस्पतियों को कोयले में बदलने की प्रक्रिया है।
- ❖ **पेट्रोकेमिकल्स:** ये पेट्रोलियम या प्राकृतिक गैस से प्राप्त रसायन हैं।
- ❖ **दहन:** यह एक रासायनिक प्रक्रिया है, जिसमें कोई पदार्थ ऑक्सीजन के साथ अभिक्रिया करके ऊष्मा का उत्पादन करता है।
- ❖ **ज्वलन तापमान:** यह वह न्यूनतम तापमान है, जिस पर कोई पदार्थ जलने लगता है।
- ❖ **ज्वलनशील पदार्थ:** ये बहुत कम प्रज्वलन तापमान वाले पदार्थ हैं।
- ❖ **चालन:** यह वस्तु के अंदर ऊष्मा के हस्तांतरण की विधि है, जिसमें कोई हलचल नहीं होती।
- ❖ **संवहन:** यह ऊष्मा के हस्तांतरण की विधि है जिसमें द्रव अणु की गर्म क्षेत्र से ठंडे क्षेत्र की ओर गति करते हैं।
- ❖ **विकिरण:** किरणों या तरंगों के रूप में ऊष्मा का हस्तांतरण।
- ❖ **सुचालक:** एक पदार्थ या उपकरण जो आसानी से ऊष्मा, विद्युत, ध्वनि आदि का संचालन करता है।
- ❖ **कुचालक:** ये ऐसी सामग्री या उपकरण हैं जो ऊष्मा, विद्युत या ध्वनि के मार्ग को बाधित या कम करते हैं।
- ❖ **समुद्री समीर:** समुद्र से जमीन की ओर चलने वाली शीत वायु।
- ❖ **स्थल समीर:** जमीन से समुद्र की ओर चलने वाली शीत वायु।
- ❖ **ग्लोबल वार्मिंग:** पृथ्वी के वायुमंडल के समग्र तापमान में क्रमिक वृद्धि।
- ❖ **कैलोरी मान:** किसी पदार्थ के एक इकाई द्रव्यमान या आयतन के पूर्ण दहन पर निकलने वाली ऊष्मा की मात्रा।
- ❖ **प्रायोगिक थर्मामीटर:** मानव शरीर के बाहर तापमान मापने के लिए प्रयोग किया जाने वाला उपकरण।
- ❖ **चिकित्सकीय थर्मामीटर:** मानव शरीर के तापमान को मापने के लिए विशेष रूप से डिजाइन किया गया उपकरण।
- ❖ **केरोसिन:** एक हाइड्रोकार्बन तरल जिसे अक्सर ईंधन के रूप में प्रयोग किया जाता है।
- ❖ **बायोगैस:** कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से उत्पन्न होने वाला एक प्रकार का जैव ईंधन।
- ❖ **सीएनजी (संपीड़ित प्राकृतिक गैस):** उच्च दबाव पर संगृहीत प्राकृतिक गैस।
- ❖ **एलपीजी (द्रवीकृत पेट्रोलियम गैस):** तरल के रूप में संगृहीत हाइड्रोकार्बन गैस।
- ❖ **बिटुमेन:** मुख्य रूप से सड़क बनाने के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला एक चिपचिपा काला तरल।
- ❖ **कोल तार:** कोयला प्रसंस्करण के दौरान उत्पन्न होने वाला एक गाढ़ा काला तरल।
- ❖ **संवहन धारा:** गर्म कणों की गति के माध्यम से एक तरल पदार्थ में गर्मी का स्थानांतरण।
- ❖ **विस्फोटक दहन:** दहन जो गैस और ऊष्मा के निष्कासन के साथ तीव्रता से होता है।
- ❖ **स्वतःस्फूर्त दहन:** बिना किसी बाहरी प्रज्वलन स्रोत के किसी पदार्थ का प्रज्वलन।



कोशिका और ऊतक

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-IX के अध्याय-5 व 6 का सारांश शामिल है।

परिचय

कोशिका जीवों की आधारभूत संरचनात्मक व कार्यात्मक इकाई है। कोशिकाएँ स्वजनन करने में सक्षम होती हैं, सजीवों की सभी जैविक क्रियाएँ कोशिका के भीतर होती हैं। इसका अर्थ है कि शरीर में एक निश्चित स्थान पर कोशिकाओं के एक समूह द्वारा एक विशेष कार्य किया जाता है। कोशिकाओं के इसी समूह को **ऊतक** कहा जाता है, जो इस प्रकार से व्यवस्थित रूप में होता है कि यह कार्य दक्षता प्रदान कर सके।

कोशिका

- ❑ **खोज:** कोशिकाओं की खोज सर्वप्रथम **रॉबर्ट हुक** ने वर्ष 1665 ई. में की थी। कोशिका लैटिन भाषा का एक शब्द है जिसका अर्थ है 'एक सूक्ष्म कक्ष, उन्होंने अपने बनाए सूक्ष्मदर्शी की सहायता से **कॉर्क स्लाइस** में कोशिकाओं का अवलोकन किया।
- ❑ **ल्यूवेनहॉक** ने 1674 ई. में सर्वप्रथम तालाब के जल में मुक्त-जीवित कोशिकाओं के अंदरूनी संघटन का अवलोकन करने के लिए एक उन्नत सूक्ष्मदर्शी का उपयोग किया। फिर 1831 ई. में **रॉबर्ट ब्राउन** ने कोशिका के केंद्रक की खोज की, जबकि 1839 ई. में **पुकिन्जे** ने कोशिका के अंदर पाए जाने वाले द्रव घटक के लिए '**प्रोटोप्लाज्म या जीवद्रव्य**' शब्द का प्रयोग किया।
- ❑ **कोशिका सिद्धांत [स्लाइडेन (1838) और श्वान (1839)]:**
 - सभी पादप और जीव, कोशिकाओं से बने होते हैं तथा कोशिका **जीवन की मूल इकाई** है।
 - 1855 ई. में **विरचो** के अनुसार, नई कोशिकाओं का निर्माण पहले से मौजूद कोशिकाओं से होता है।
- ❑ **एककोशिकीय जीव:** अमीबा, पैरामीशियम, क्लैमाइडोमोनास तथा जीवाणु जैसे जीवों का शरीर एक कोशिका से मिलकर बना होता है, इसलिए इन्हें एककोशिकीय जीव के रूप में जाना जाता है।
- ❑ **बहुकोशिकीय जीव:** कवक, पादप और जन्तु जैसे जीव, शरीर के विभिन्न भागों में एक साथ काम करने वाली कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं। ऐसे जीव जो एक से अधिक कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं उन्हें बहुकोशिकीय जीव कहते हैं। संपूर्ण जीवन एक एकल कोशिका से शुरू होता है जो विभाजित होकर और अनेक कोशिकाओं का निर्माण करती है, जिससे यह प्रदर्शित होता है कि प्रत्येक कोशिका पहले से मौजूद कोशिकाओं से उत्पन्न होती है।
- ❑ **आकार और आकृति:** कोशिका का आकार और आकृति उनके कार्यों से संबंधित होता है; कुछ अमीबा की तरह बदलते आकार को दर्शाती हैं, जबकि अन्य में निश्चित व विशिष्ट आकार होते हैं (उदाहरण के लिए तंत्रिका कोशिकाएँ)।
- ❑ **कार्य:** सभी जीवित कोशिकाएँ मूलभूत कार्य करती हैं। बहुकोशिकीय जीवों के समान, श्रम विभाजन के कारण कोशिकाएँ कुशलतापूर्वक कार्य करती हैं।
- ❑ **कोशिकांग:** कोशिका का निर्माण विभिन्न घटकों से होता है जिन्हें कोशिकांग कहते हैं। प्रत्येक कोशिकांग एक विशिष्ट कार्य करता है।
 - ये कोशिकांग सामूहिक रूप से कोशिका की मूल इकाई का निर्माण करते हैं और आश्चर्यजनक रूप से जीवों के सभी प्रकार की कोशिकाओं में एक ही प्रकार के कोशिकांग पाए जाते हैं।

कोशिका: जीवन की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई

- ❑ प्रत्येक जीवित कोशिका में कुछ बुनियादी कार्य करने की क्षमता होती है जो सभी जीवित रूपों की विशेषता होती है। कोशिका के विभिन्न घटकों को **कोशिकांग** कहा जाता है। उदाहरण: **प्लाज्मा झिल्ली, केन्द्रक और कोशिका द्रव्य**।

- इन कोशिकाओं के कारण ही कोशिका एक जीवित संरचना है।
- ये कोशिकांग मिलकर कोशिका नामक मूल इकाई का निर्माण करते हैं।
- यदि हम सूक्ष्मदर्शी से एक कोशिका का अध्ययन करते हैं, तो हमें लगभग हर कोशिका में तीन विशेषताएँ मिलेंगी; **कोशिका झिल्ली या प्लाज्मा झिल्ली, केन्द्रक और कोशिका द्रव्य।**
- कोशिका के अंदर की सभी गतिविधियाँ और कोशिका की अपने वातावरण के साथ अन्तः क्रियाएँ, इन विशेषताओं के कारण संभव होती हैं।

क्या आप जानते हैं?

1950 के दशक में वैज्ञानिकों ने प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं और यूकेरियोटिक कोशिकाओं की अवधारणा प्रतिपादित की जिसकी प्रारंभिक आधारशिला 1925 में फ्रांसीसी जीवविज्ञानी एडोर्ड चैटन द्वारा रखी गई थी।

कोशिका के घटक

प्लाज्मा झिल्ली या कोशिका झिल्ली:

- यह कोशिका का सबसे बाह्य आवरण है जो कोशिका की सामग्री को उसके बाहरी वातावरण से अलग करता है। कोशिका झिल्ली, कोशिका का एक सक्रिय भाग है।
- चयनात्मक पारगम्य झिल्ली:** प्लाज्मा झिल्ली कोशिका के अंदर और बाहर कुछ सामग्रियों के प्रवेश तथा निकास की अनुमति देती है। यह कुछ अन्य सामग्रियों को कोशिका के अंदर प्रवेश करने से भी रोकती है। इसलिए कोशिका झिल्ली को चयनात्मक पारगम्य झिल्ली कहा जाता है।
- प्लाज्मा झिल्ली लचीली होती है तथा **लिपिड और प्रोटीन** नामक कार्बनिक अणुओं से बनी होती है।

कोशिका भित्ति:

- पादप कोशिकाओं** में एक मोटा और कठोर बाहरी आवरण होता है जिसे कोशिका भित्ति कहते हैं। कोशिका भित्ति प्लाज्मा झिल्ली के बाहर स्थित होती है।
- पादप कोशिका भित्ति मुख्यतः **सेल्यूलोज** से बनी होती है। सेल्यूलोज एक जटिल पदार्थ है और यह पादपों को संरचनात्मक दृढ़ता प्रदान करता है।

केंद्रक:

- 1831 में **रॉबर्ट ब्राउन** ने कोशिका में केंद्रक की खोज की। केंद्रक के चारों तरफ एक दोहरी परत का आवरण होता है, जिसे **केंद्रक आवरण** कहते हैं।
- गुणसूत्र:** केंद्रक में गुणसूत्र उपस्थित होते हैं; गुणसूत्रों में **डीएनए (डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड)** अणुओं के रूप में होते हैं जो माता-पिता से अगली पीढ़ी तक लक्षणों की वंशानुगत जानकारी के स्रोत होते हैं।
- गुणसूत्र** डीएनए प्रोटीन से बने होते हैं। डीएनए अणुओं में कोशिकाओं के निर्माण और संगठन के लिए आवश्यक जानकारी एकत्र होती है।
- डीएनए के कार्यात्मक इकाई को **जीन** कहा जाता है।
- कोशिकीय प्रजनन में केंद्रक एक केंद्रीय भूमिका निभाता है।
- विज्ञान और प्रौद्योगिकी में वर्तमान प्रगति ने कोशिका पर अधिक प्रकाश डाला है तथा इसकी संरचना और कोशिकीय घटकों के बारे में नई खोजें एवं अन्वेषणों को प्रोत्साहित किया है।

प्रोकैरियोटिक कोशिकाएँ	यूकैरियोटिक कोशिकाएँ
आकार: आमतौर पर छोटा (1-10µm)	आकार: आमतौर पर बड़ा (5-100µm)
केंद्रक: इसमें केंद्रक झिल्ली (Nuclear Membrane) और केंद्रिका (Nucleous) अनुपस्थित होते हैं।	केंद्रक: इसमें केंद्रक झिल्ली और केंद्रिका उपस्थित होते हैं।
गुणसूत्र: इसमें गुणसूत्रों की संख्या केवल एक होती है।	गुणसूत्र: इसमें एक से अधिक गुणसूत्र पाए जाते हैं।
इसके कोशिका द्रव्य में झिल्ली युक्त कोशिकांग जैसे- माइटोकॉन्ड्रिया, हरित लवक, गॉल्जी तंत्र आदि अनुपस्थित होते हैं, लेकिन 70s प्रकार के राइबोसोम पाए जाते हैं।	कोशिका द्रव्य में झिल्ली-बद्ध कोशिकांग उपस्थित होते हैं। इनमें 70s एवं 80s दोनों प्रकार के राइबोसोम पाए जाते हैं।
इस प्रकार की कोशिकाओं में जीवाणु तथा नील हरित शैवाल, एस्केरिचिया कोलाई, स्ट्रेप्टोकोकस, नोस्टॉक, एनाबीना, साइनोबैक्टीरिया शामिल हैं।	विषाणु एवं जीवाणु को छोड़कर ये कोशिकाएँ सभी पौधे तथा जन्तु में पाई जाती हैं।

कोशिका द्रव्य:

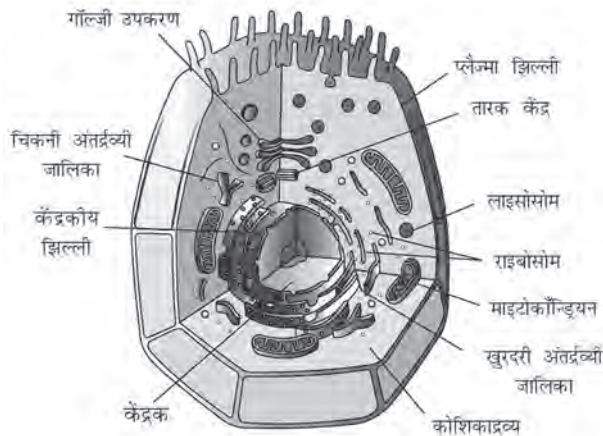
- कोशिका द्रव्य प्लाज्मा झिल्ली के अंदर विद्यमान एक तरल पदार्थ है।
- इसमें कई विशिष्ट कोशिका अंग भी होते हैं।
- इनमें से प्रत्येक अंग कोशिका के लिए एक विशिष्ट कार्य करता है।

कोशिकांग

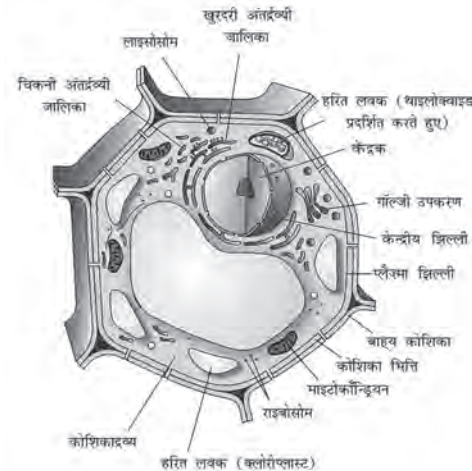
- बड़ी और जटिल कोशिकाओं को अपनी संरचना एवं कार्य को निरंतर करने के लिए कई रासायनिक गतिविधियों की आवश्यकता होती है। इन गतिविधियों को एक-दूसरे से अलग रखने के लिए ये कोशिकाएँ अपने भीतर झिल्ली-बद्ध अंगकों का उपयोग करती हैं।
- कोशिकांगों के महत्वपूर्ण उदाहरण हैं: अन्तः प्रद्रव्यी जालिका, गॉल्जीकाय, लाइसोसोम, माइटोकॉन्ड्रिया और प्लास्टिड (लवक)।

क्या आप जानते हैं?

विषाणुओं में कोई झिल्ली नहीं होती, इसलिए उनमें जीवन के लक्षण तब तक नहीं दिखते, जब तक कि वे किसी जीवित शरीर में प्रवेश नहीं करते और उसके कोशिका तंत्र का उपयोग करके अपनी संख्या में वृद्धि नहीं करते हैं।



चित्र 11.1: जन्तु प्लाज्मा माइटोकॉन्ड्रिया



चित्र 11.2: पादप माइटोकॉन्ड्रिया प्लाज्मा

पादप और जन्तु कोशिकाओं में अंतर

अवयव	पादप कोशिका	जन्तु कोशिका
कोशिका भित्ति	सुरक्षा और अवलंब प्रदान करती है।	अनुपस्थित (कुछ कोशिकाओं में प्रोटीन का बाह्य कोशिकीय मैट्रिक्स होता है)।
केंद्रक	कोशिका की अधिकांश आनुवंशिक सूचनाओं का स्थान।	कोशिका की अधिकांश आनुवंशिक सूचनाओं का स्थान।
अन्तः प्रद्रव्यी जालिका	प्रोटीन संश्लेषण, प्रसंस्करण और भंडारण, लिपिड संश्लेषण।	प्रोटीन संश्लेषण, प्रसंस्करण और भंडारण, लिपिड संश्लेषण।
गॉल्जीकाय	प्रोटीन प्रसंस्करण, स्राव।	प्रोटीन प्रसंस्करण, स्राव।
रसधानी(vacuole)	स्फीति और कठोरता प्रदान करती हैं।	छोटे आकार की होती हैं।
माइटोकॉन्ड्रिया	कोशिकीय श्वसन।	कोशिकीय श्वसन।
लवक (प्लास्टिड)	प्रकाश संश्लेषण, रंग, स्टार्च या लिपिड भंडारण।	अनुपस्थित।
पेरोक्सिसोम	वसीय अम्लों का ऑक्सीकरण, हरे ऊतकों में प्रकाश श्वसन।	वसीय अम्लों का ऑक्सीकरण करता है।
साइटोस्केलेटन	कोशिका के आकार को नियंत्रित करता है, गुणसूत्रों को स्थानांतरित करता है, कोशिकाद्रव्यी प्रवाह को नियंत्रित करता है।	कोशिका के आकार को नियंत्रित करता है, गुणसूत्रों को स्थानांतरित करता है, कोशिकाद्रव्यी प्रवाह को नियंत्रित करता है।
तारककाय	अनुपस्थित।	केंद्रक के विभाजन के लिए आवश्यक।

अन्तः प्रद्रव्यी जालिका (ER)

- ये कोशिकाएँ द्रव्य में पाई जाने वाली चपटी, नलिका सदृश रचनाएँ हैं, जो कोशिका में अन्तः झिल्लिका तंत्र (Membranous System) को बनाती हैं। ये केंद्रक से कोशिका झिल्ली तक विस्तृत होती हैं, ये लाइपोप्रोटीन की बनी होती हैं और अन्तः कोशिकीय परिवहन तंत्र का निर्माण करती हैं।

- ER दो प्रकार के होती हैं- **खुरदुरी अन्तः प्रद्रव्यी जलिका (RER)** और **चिकनी अन्तः प्रद्रव्यी जलिका**।
- खुरदुरी अन्तः प्रद्रव्यी जलिका (RER)**, इसकी सतह पर **राइबोसोम** की उपस्थिति के कारण यह खुरदुरी होती है। यह **प्रोटीन संश्लेषण** में सक्रिय रूप से भाग लेती है।
- चिकनी अन्तः प्रद्रव्यी जलिका (SER)**: सतह पर **राइबोसोम** अनुपस्थित होने के कारण यह चिकनी होती है। यह **लिपिड तथा स्टोराइड संश्लेषण** में सहायक होती है।
- कार्य:**
 - SER वसा अणुओं या लिपिड के निर्माण में मदद करती है।
 - ER का कार्य कोशिका द्रव्य के विभिन्न क्षेत्रों के बीच या कोशिका द्रव्य और केन्द्रक के बीच पदार्थों (विशेष रूप से प्रोटीन) के परिवहन के लिए चैनल के रूप में कार्य करना है।
 - राइबोसोम प्रोटीन निर्माण के स्थल** हैं। निर्मित प्रोटीन को फिर ER का उपयोग करके आवश्यकता के आधार पर कोशिका में विभिन्न स्थानों पर भेजा जाता है।
 - कशेरुकी कहलाने वाले जानवरों के समूह की **यकृत कोशिकाओं** में SER कई प्रकार के विष और दवाओं को विषमुक्त करने में महत्वपूर्ण है।
 - ER **कोशिकाद्रव्यी ढाँचे** के रूप में भी कार्य करती हैं, जो कोशिका की कुछ जैव रासायनिक गतिविधियों के लिए सतह प्रदान करती हैं।

गॉल्जीकाय

- यह झिल्ली से बँधी पुटिकाओं (चपटी थैलियों) की एक प्रणाली है जो एक-दूसरे के समानांतर समूह में व्यवस्थित होती हैं, जिन्हें **सिस्टरनी (कुंडिका)** कहा जाता है।
- ये झिल्लियाँ अक्सर ER की झिल्लियों के साथ जुड़ी होती हैं।
- कार्य:**
 - इसके कार्यों में **पुटिकाओं में उत्पादों का भंडारण, संशोधन और पैकेजिंग** शामिल है।
 - कुछ मामलों में गॉल्जी तंत्र में सरल शर्करा से जटिल शर्करा बनाई जा सकती है।
 - गॉल्जी तंत्र **लाइसोसोम** के निर्माण में भी शामिल होता है।

विचारणीय बिंदु

माइटोकॉन्ड्रिया में डीएनए की थोड़ी मात्रा विद्यमान होती है जो कुछ आनुवंशिक बीमारियों का स्रोत भी है। क्या आप ऐसी आनुवंशिक बीमारियों के बारे में सोच सकते हैं और भ्रूण से उन्हें खत्म करने के लिए किस आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी समाधान का उपयोग किया गया है? (संकेत: **श्री पैरेंट बेबी**)



लाइसोसोम

- लाइसोसोम पाचन एंजाइमों** से भरी झिल्ली-बद्ध थैली होती हैं। ये एंजाइम **RER** द्वारा बनाए जाते हैं।
- इनका निर्माण **गॉल्जीकाय** में होता है।
- लाइसोसोम कोशिका की एक प्रकार की **अपशिष्ट निपटान प्रणाली** है।
- ये अन्तः कोशिकीय पाचन के मुख्य स्थान होते हैं, इसलिए लाइसोसोम को '**आत्महत्या की थैली**' या **पाचन की थैली (Suicidal Bag)** के नाम से भी जाना जाता है।

माइटोकॉन्ड्रिया

- माइटोकॉन्ड्रिया को **कोशिका का पावर हाउस** कहा जाता है। जीवन के लिए आवश्यक विभिन्न रासायनिक गतिविधियों के लिए आवश्यक ऊर्जा माइटोकॉन्ड्रिया द्वारा **ATP (एडीनोसिन ट्राइफॉस्फेट)** अणुओं के रूप में निर्मुक्त की जाती है।
- ATP** को कोशिका की ऊर्जा मुद्रा के रूप में जाना जाता है। शरीर नए रासायनिक यौगिक बनाने और यांत्रिक कार्यों के लिए **ATP** में संग्रहीत ऊर्जा का उपयोग करता है।
- माइटोकॉन्ड्रिया का अपना **डीएनए और राइबोसोम** होता है। इसलिए माइटोकॉन्ड्रिया स्वयं से कुछ प्रोटीन बनाने में सक्षम हैं।

प्लास्टिड (लवक)

- प्लास्टिड केवल पादप कोशिकाओं** में पाए जाते हैं। लवक कोशिका में पाए जाने वाले सबसे बड़े अंगक होते हैं। प्लास्टिड्स का भी अपना डीएनए और राइबोसोम होता है।
- इसमें पाए जाने वाले वर्णकों के आधार पर शिम्पर ने इन्हें तीन वर्गों में बाँटा है- **वर्णी लवक (क्रोमोप्लास्ट)**, **हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट)** तथा **अवर्णी लवक (ल्यूकोप्लास्ट)**।

- **वर्णी लवक (क्रोमोप्लास्ट):** ये हरे रंगों के अलावा पौधों में पाए जाने वाले अन्य रंगों के लिए उत्तरदायी होते हैं, जैसे- **हल्दी का जैन्थोफिल रंग** आदि।
- **हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट):** यह **पर्णहरित (Chlorophyll)** की उपस्थिति के कारण हरे रंग का होता है।
 - क्लोरोप्लास्ट पौधों में **प्रकाश संश्लेषण** के लिए महत्वपूर्ण हैं।
- **अवर्णी लवक (ल्यूकोप्लास्ट):** ये **रंगहीन लवक** हैं, जिनका संचय पौधों के अंगों में पाया जाता है। ये पौधों के उन भागों की कोशिकाओं में पाए जाते हैं, जो सूर्य के प्रकाश से वंचित रहते हैं अर्थात्- **जड़, भूमिगत तना जैसे- मक्का, आलू, गेहूँ** आदि।

रसधानी

- रसधानी ठोस या तरल सामग्री के लिए भंडारण थैलियाँ के रूप में कार्य करती हैं जन्तु कोशिकाओं में रसधानी छोटे आकार की होती हैं, जबकि पादप कोशिकाओं में बहुत बड़े आकार की रसधानी होती हैं।
- कुछ पादप कोशिकाओं की केंद्रीय रिक्तिका कोशिका आयतन का 50-90% भाग घेरती है।
- पादप कोशिकाओं में रसधानी कोशिका रस से भरी होती हैं तथा कोशिका को स्फीति तथा कठोरता प्रदान करती हैं।
- कुछ एककोशिकीय जीवों में विशिष्ट रसधानी कोशिका से अतिरिक्त जल और कुछ अपशिष्टों को बाहर निकालने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

कोशिका विभाजन

- पैतृक कोशिका (Parent Cell) से नई संतति कोशिकाओं के बनने की क्रिया कोशिका विभाजन कहलाती है।
- कोशिका विभाजन मुख्यतः दो प्रकार का होता है: **समसूत्री विभाजन और अर्द्धसूत्री विभाजन**।

समसूत्री विभाजन (Mitosis):

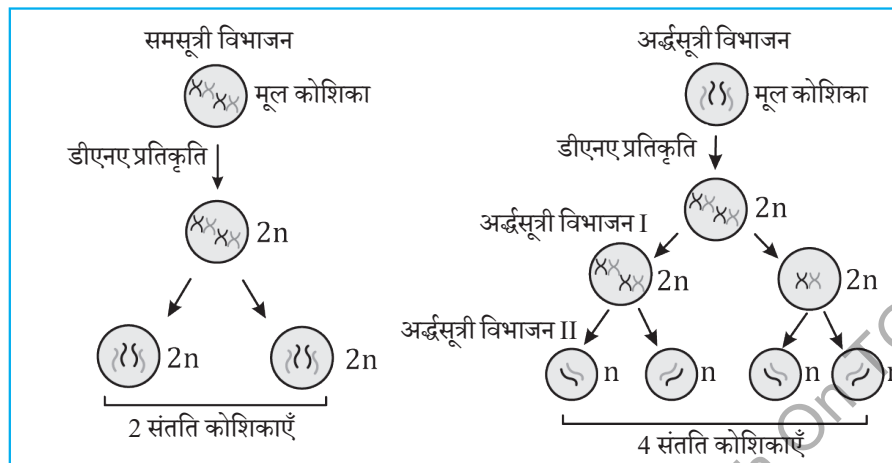
- इस प्रकार का कोशिका विभाजन **शरीर की कायिक कोशिकाओं** में होता है। इस प्रकार के विभाजन में मातृ कोशिका (Mother cell) विभाजित होकर दो समान नई संतति कोशिकाएँ (Daughter cells) बनाती हैं।
 - समसूत्री विभाजन में बनने वाली **संतति कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या, मातृ कोशिका के समान** होती है।
 - इस विभाजन के परिणामस्वरूप **संतति कोशिकाओं के गुण मातृ कोशिका के समान** होते हैं।
 - यह विभाजन सभी **सजीवों में वृद्धि का आधार** होता है क्योंकि इसमें कोशिकाओं का गुणन, वृद्धि, मरम्मत, घावों का भरना आदि होता है।

अर्द्धसूत्री विभाजन (Meiosis):

- यह विभाजन **केवल प्रजनन अंगों की कोशिकाओं** में होता है। यह विशिष्ट प्रकार का कोशिका विभाजन है, जिसके द्वारा बनने वाली **अगुणित संतति कोशिकाओं (Haploid Daughter Cell)** में **गुणसूत्रों की संख्या आधी** रह जाती है, इसलिए इसे अर्द्धसूत्री कोशिका विभाजन कहा जाता है।

विचारणीय बिंदु

समसूत्री विभाजन और अर्द्धसूत्री विभाजन मनुष्यों एवं अन्य जीवों में कोशिका विभाजन की दो प्रक्रियाएँ हैं। क्या आप जानते हैं कि इन प्रक्रियाओं में विसंगतियाँ मनुष्यों में डाउनस सिंड्रोम, टर्नर सिंड्रोम आदि जैसी आनुवंशिक असामान्यताओं को किस प्रकार जन्म देती हैं?



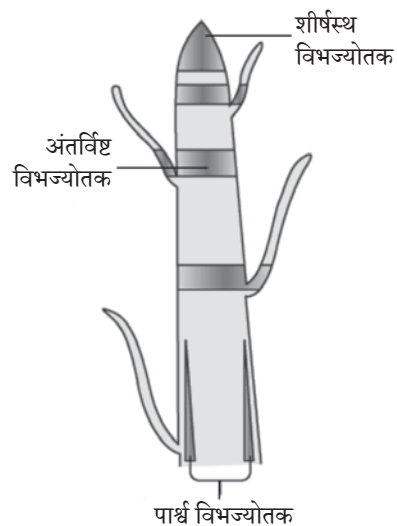
चित्र 11.3: समसूत्री विभाजन तथा अर्द्धसूत्री विभाजन

ऊतक

परिभाषा: कोशिकाओं का एक समूह जो संरचना में समान है और/या एक विशेष कार्य को पूरा करने के लिए एक साथ कार्य करता है, ऊतक का निर्माण करते हैं।
ऊतक शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम 'विचट' ने किया था।

पादप ऊतक

- **पादप ऊतक:** पादप अचल या स्थिर होते हैं और उनका सहायक ऊतक आमतौर पर मृत कोशिकाओं से बना होता है। विभाजित करने की उनकी क्षमता के आधार पर पादप ऊतकों को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है: जो इस प्रकार है।
- **विभज्योतक (मेरिस्टेमेटिक):** इनका मुख्य कार्य कोशिका विभाजन द्वारा निरंतर नई कोशिकाओं का निर्माण करना है। कोशिकाएँ विभाजित होकर **पौधों की लंबाई और मोटाई** को बढ़ाने में सहायक होती हैं।
- पौधों की जड़ एवं तने के शीर्ष भाग पर **शीर्षस्थ विभज्योतक** एवं पार्श्व भाग में **पार्श्व विभज्योतक (कैंबियम)** उपस्थित होता है (चित्र 11.4 देखें)।
- विभज्योतक ऊतक की कोशिकाएँ क्रियाशील होती हैं, उनमें सघन कोशिका द्रव्य, पतली सेलुलोज भित्तियाँ और स्पष्ट केंद्रक होते हैं। उनमें **रसधानी उपस्थित नहीं होतीं** हैं।
- **विभेदन और स्थायी ऊतक:** स्थायी ऊतक विभज्योतक ऊतकों से बनते हैं एवं इनमें विभाजन की क्षमता समाप्त हो जाती है।
- स्थायी ऊतकों का एक निश्चित आकार होता है।
- ये कोशिकाएँ जीवित या मृत होती हैं।
- इसमें **रसधानी युक्त कोशिका द्रव्य** होता है।



चित्र 11.4: किसी पादप में विभज्योतक की स्थिति

सरल स्थायी ऊतक	जटिल स्थायी ऊतक
□ एपिडर्मिस के नीचे कोशिकाओं की कुछ परतें आमतौर पर सरल स्थायी ऊतक होती हैं। □ सभी एक ही प्रकार की कोशिकाओं से बने होते हैं, जो एक-दूसरे के समान दिखते हैं। ऐसे ऊतकों को सरल स्थायी ऊतक कहा जाता है। □ विभिन्न प्रकार के सरल ऊतक: (a) पैरेन्काइमा (मृदु ऊतक) (b) कोलेन्काइमा (स्थूलकोण ऊतक) तथा (c) स्क्लेरेन्काइमा (दृढ़ ऊतक)। □ पैरेन्काइमा: यह सबसे आम सरल स्थायी ऊतक है। यह पौधों का संरक्षण करता है। पत्तियों में भोजन निर्माण करता है, साथ ही उत्सर्जित पदार्थ, गोंद, रेजिन, टेनिस आदि को संचित करता है। मांस में जल वहन मृदु ऊतक के द्वारा ही होता है। □ कोलेन्काइमा: पादपों में लचीलापन कोलेन्काइमा के कारण होता है। यह पौधे के विभिन्न भागों जैसे-टेंड्रिल्स और लताओं के तने को बिना टूटे हुए मुड़ने में सहयोग देता है। यह यांत्रिक सहारे के साथ साथ हरित लवक की उपस्थिति होने पर भोजन निर्माण भी करता है। □ स्क्लेरेनकाइमा: यह रेशेदार पौधों में प्रचुर मात्रा में पाया जाता है। यह वह ऊतक है जो पौधे को कठोर और मजबूत बनाता है। उदाहरण के लिए नारियल का छिलका। यह स्क्लेरेनकाइमस ऊतक से बना होता है। इस ऊतक की कोशिकाएँ मृत होती हैं। □ एपीडर्मल कोशिका पौधों की बाह्य सतह पर प्रायः एक मोम जैसी जल प्रतिरोधी परत बनाती है। यह जल क्षय के विरुद्ध यांत्रिक आघात तथा परजीवी कवक के प्रवेश से पौधों की रक्षा करती है। □ इसकी एक सुरक्षात्मक भूमिका होती है, एपिडर्मल ऊतक की कोशिकाएँ अंतरकोशिकीय रिक्त स्थान के बिना एक सतत परत का निर्माण करती हैं। □ जड़ों की एपिडर्मल कोशिकाएँ, जिनका कार्य जल अवशोषण करना है, में सामान्यतः लंबे बाल जैसे भाग होते हैं, जो कुल अवशोषण सतह क्षेत्र को बहुत अधिक बढ़ा देते हैं। □ रेगिस्तानी पादपों जैसे कुछ पौधों में बाह्य त्वचा (एपिडर्मिस) की बाहरी सतह पर क्यूटिन (जलरोधी गुण वाला रासायनिक पदार्थ) की एक मोटी मोमी परत उपस्थित होती है।	□ जटिल ऊतक एक से अधिक प्रकार की कोशिकाओं से बने होते हैं। ये सभी कोशिकाएँ एक साथ मिलकर एक इकाई के रूप में कार्य करती हैं। ये जल, खनिज एवं तैयार भोजन को पौधों के विभिन्न भागों में पहुँचाने का कार्य करते हैं। □ जाइलम और फ्लोएम ऐसे जटिल ऊतकों के उदाहरण हैं। □ ये दोनों संवाहक ऊतक हैं और एक संवहनी बंडल का निर्माण करते हैं। □ जाइलम पौधों को यांत्रिक अवलंब प्रदान करता है □ ये पौधों की जड़ों द्वारा अवशोषित जल तथा खनिज लवणों को पौधों के विभिन्न भागों तक पहुँचाते हैं। इन्हें जल संवहन ऊतक भी कहते हैं। भूमि का जल परासरण दबाव द्वारा मूल रोमों तक पहुँचता है। □ फ्लोएम पाँच प्रकार की कोशिकाओं से बना होता है: छलनी कोशिकाएँ, छलनी नलिकाएँ, सहचर कोशिकाएँ, फ्लोएम फाइबर और फ्लोएम पैरेन्काइमा। □ फ्लोएम पत्तियों से पौधे के अन्य भागों तक भोजन को पहुँचाता है। □ ये जीवित ऊतक होते हैं। □ यदि किसी वृक्ष का फ्लोएम क्षतिग्रस्त हो जाए तो पत्तियों द्वारा निर्मित पोषक तत्व जड़ों तक नहीं पहुँच पाता है और वृक्ष धीरे-धीरे सूख जाता है।

जन्तु ऊतक:

जन्तु ऊतक गतिशील ऊतक होते हैं तथा इनकी अधिकांश कोशिकाएँ जीवित होती हैं। कार्यों के आधार पर जन्तु ऊतक चार प्रकार के होते हैं, जैसे- एपिथीलियम ऊतक, संयोजी ऊतक, पेशीय ऊतक और तंत्रिका ऊतक।

एपिथीलियम या उपकला ऊतक

- एपिथीलियम ऊतक का कार्य **शरीर के बाह्य आवरण को सुरक्षा प्रदान करना**, स्पष्टतः जो भी पदार्थ शरीर में प्रवेश करता है या बाहर निकलता है, वह एपिथीलियम की किसी परत से होकर अवश्य गुजरता है।
- एपिथीलियम ऊतक को दो भागों में बाँटा गया है- **कवरीग एपिथीलियम एवं ग्रंथिल या ग्लैंडुलर एपिथीलियम**।
- कवरीग एपिथीलियम को पुनः दो भागों में बाँटा गया है- **सरल एवं संयुक्त**।
- **सरल एपिथीलियम चार प्रकार के होते हैं:**
 - **स्क्वैमस (शल्की एपिथीलियम):** सरल स्क्वैमस एपिथीलियम कोशिकाएँ अत्यंत पतली और सपाट होती हैं तथा एक नाजुक परत बनाती हैं। **जिह्वा, ग्रासनली और आहारनाल** की परत भी स्क्वैमस एपिथीलियम की बनी होती है।
 - **रोमक/पक्ष्माभी एपिथीलियम:** स्तरीकृत स्क्वैमस एपिथीलियम त्वचा एपिथीलियम कोशिकाएँ होती हैं जो टूट-फूट को रोकने के लिए कई परतों में व्यवस्थित होती हैं। इनकी मुक्त सतह पर पक्ष्माभ (Cilia) पाए जाते हैं।
 - ये अंडवाहिनी, श्वास नली तथा मुख गुहा में पाए जाते हैं।
 - **घनाकार एपिथीलियम:** घनाभ एपिथीलियम (घन के आकार की कोशिकाओं के साथ) वृक्क की नलिकाओं और लार ग्रंथियों, स्वेद ग्रंथियों की नलिकाओं की परत बनाती है, यह यांत्रिक दृढ़ता प्रदान करती है।
 - **स्तम्भाकार (सिलिन्ड्रेट):** स्तम्भाकार एपिथीलियम वहाँ उपस्थित होते हैं, जहाँ अवशोषण और स्राव होता है, जैसे- आँत की आंतरिक परत में उपस्थित लंबी एपिथीलियम कोशिकाएँ।

संयोजी ऊतक:

- संयोजी ऊतक शरीर के सभी ऊतकों तथा अंगों को आपस में जोड़ने, अंगों तथा शरीर को आकार प्रदान करने का कार्य करते हैं। यह मैट्रिक्स जैसा तरल, सघन या कठोर हो सकता है।
- **रक्त** एक प्रकार का संयोजी ऊतक है। रक्त में एक तरल मैट्रिक्स होता है जिसे प्लाज्मा कहा जाता है, जिसमें लाल रक्त कणिकाएँ (RBC), श्वेत रक्त कणिकाएँ (WBC) और प्लेटलेट्स आदि होते हैं।
 - प्लाज्मा में प्रोटीन, लवण और हॉर्मोन होते हैं।
 - रक्त प्रवाहित होता है और गैसों, पचे हुए भोजन, हॉर्मोन एवं अपशिष्ट पदार्थों को शरीर के विभिन्न भागों में पहुँचाता है।
- **अस्थि** संयोजी ऊतक का एक और उदाहरण है। यह शरीर को सहारा देने वाला ढाँचा बनाता है। यह माँसपेशियों को भी स्थिर रखता है और शरीर के मुख्य अंगों को सहारा देता है।
 - यह एक मजबूत और लचीला ऊतक है।
 - अस्थि कोशिकाएँ कैल्शियम और फास्फोरस के मिश्रण से बनी होती हैं।
- **स्नायुबंधन (लिगामेंट):** दो अस्थियाँ एक-दूसरे से संयोजी ऊतक द्वारा जुड़ी रहती हैं जिसे **स्नायुबंधन (लिगामेंट)** कहते हैं। यह ऊतक बहुत लचीला होता है। इसमें काफी मजबूती होती है।
- **कंडरा (टेंडन):** माँसपेशियों को हड्डियों से जोड़ता है और ये एक अन्य प्रकार के संयोजी ऊतक हैं।
- **उपास्थि (कार्टिलेज):** एक प्रकार का संयोजी ऊतक है, उपास्थि जोड़ों पर हड्डियों की सतह को चिकना बनाती है और यह नाक, कान, श्वासनली तथा स्वरयंत्र में मौजूद होती है।
- **एरिओलर संयोजी ऊतक:** त्वचा और माँसपेशियों के बीच, रक्त वाहिकाओं और नसों के आस-पास और अस्थि मज्जा में पाया जाता है। यह अंगों के मध्य उपस्थित रिक्त स्थान को भरता है, आंतरिक अंगों को सहारा देता है तथा ऊतकों की मरम्मत में मदद करता है।

माँसपेशीय तंतुओं के प्रकार

- **रेखित माँसपेशियाँ: ऐच्छिक** माँसपेशियों या कंकाल की माँसपेशियों को रेखित माँसपेशियाँ भी कहा जाता है। ये ज्यादातर हड्डियों से जुड़ी होती हैं और शरीर की गति में मदद करती हैं।
- **चिकनी माँसपेशियाँ: इन्हें अनैच्छिक** माँसपेशियाँ भी कहा जाता है जो पाचन नली में भोजन की गति या रक्त के संकुचन और शिथिलन को नियंत्रित करती हैं। ये **आँख की परितारिका (आईरिस), मूत्रवाहिनी एवं फेफड़ों की वायुनलियों (ब्रोन्काई)** में भी पाई जाती हैं।
- **हृदय की माँसपेशियाँ:** हृदय की माँसपेशियाँ जीवन भर लयबद्ध संकुचन और शिथिलन को दर्शाती हैं। ये अनैच्छिक माँसपेशियाँ हैं।

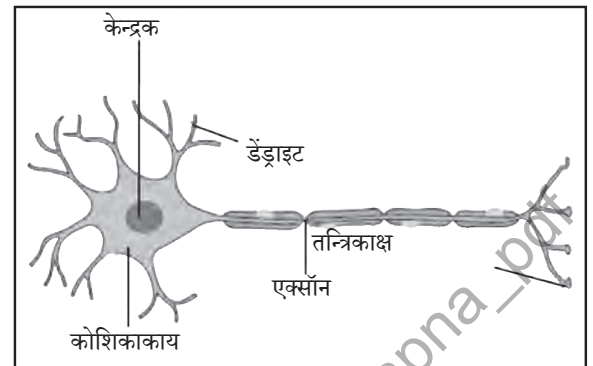
पेशीय ऊतक:

- पेशीय ऊतक प्रचालन तथा विभिन्न प्रकार की गतियों के लिए पेशीय ऊतकों की आवश्यकता होती है। गतिशीलता एवं संकुचन शीलता में मायोसीन तथा एक्टिन नामक संकुचनशील प्रोटीन महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
- पेशीय ऊतक के प्रकार:
- **ऐच्छिक पेशियाँ (कंकाल पेशियाँ):**
 - सचेतन नियंत्रण में।
 - शरीर की गति के लिए हड्डियों से जुड़ी हुई।
 - इसमें धारियाँ होती हैं तथा इसकी विशेषता लंबी, बेलनाकार, अशाखित और बहुकेंद्रकीय कोशिकाएँ होती हैं।
- **अनैच्छिक पेशियाँ (चिकनी पेशियाँ):**
 - पाचन और रक्त वाहिका संकुचन जैसी अनैच्छिक गतिविधियों को नियंत्रित करती हैं।
 - एकल केंद्रक वाली धुरी के आकार की कोशिकाएँ, जिन्हें अरेखित पेशियाँ कहा जाता है।
- **हृदय संबंधी पेशियाँ:**
 - हृदय के लिए अद्वितीय, लयबद्ध संकुचन उत्पन्न करना।
 - ये रेखीय, एककेंद्रकीय और अंतःस्थापित डिस्क के माध्यम से परस्पर जुड़ी होती हैं।
 - **पेशीय ऊतक के गुण:** संकुचनशीलता, विस्तारशीलता, लोचशीलता और उत्तेजनाशीलता।
 - **पेशीय ऊतक की संरचना:** एपिमाइसियम, पेरीमाइसियम और एंडोमाइसियम पेशीय संकुचन को सुगम बनाते हैं।
 - **पेशीय ऊतक के कार्य:** तंत्रिका बंडलों से संकेत प्राप्त करने पर पेशियाँ सिकुड़ती हैं।
 - एक्टिन और मायोसिन की परस्पर क्रियाएँ मांसपेशियों के संकुचन करने के लिए प्रेरित करती हैं, जिससे शरीर की गति, अंग संपीड़न और ध्वनि उत्पादन में योगदान मिलता है।
 - पेशियाँ ग्लाइकोजन के भंडारण स्थल के रूप में कार्य करती हैं और ऑक्सीजन परिवहन के लिए इनमें मायोग्लोबिन होता है। कंकाल की पेशियाँ शरीर के द्रव्यमान का लगभग 40% हिस्सा निर्मित करती हैं।

तंत्रिका ऊतक

- मस्तिष्क, रीढ़ की अस्थि और तंत्रिकाएँ सभी तंत्रिका ऊतक से बनी होती हैं।
- इस ऊतक की कोशिकाओं को तंत्रिका कोशिकाएँ या न्यूरॉन्स कहा जाता है।
- एक न्यूरॉन में एक कोशिकाकाय होता है जिसमें एक केंद्रक और कोशिका द्रव्य होता है, जिससे लंबे पतले बाल जैसे हिस्से निकलते हैं। प्रत्येक न्यूरॉन में एक लंबा हिस्सा (प्रोसेस/process) होता है, जिसे एक्सॉन (अक्षतन्तु) कहा जाता है और कई छोटे, शाखित हिस्से (प्रोसेसेस/processes) होते हैं जिन्हें **डेंड्राइट्स** कहा जाता है। (चित्र 11.5 देखें)
- एक एकल तंत्रिका कोशिका एक मीटर तक लंबी हो सकती है।
- तंत्रिका तंतु से होकर गुजरने वाले संकेत को तंत्रिका आवेग कहा जाता है।

तंत्रिका और मांसपेशीय ऊतक का कार्यात्मक संयोजन अधिकांश प्राणियों के लिए मौलिक है। यह संयोजन जीवों को उत्तेजनाओं के प्रति तीव्र गति करने में सक्षम बनाता है।



चित्र 11.5: न्यूरॉन - तंत्रिका ऊतक की इकाई

निष्कर्ष

कोशिकाओं और ऊतकों को समझना जीवन एवं रोग की बुनियादी समझ के लिए महत्वपूर्ण है। यह हमारे जैविक सार के बारे में अंतर्दृष्टि प्रदान करता है तथा स्वास्थ्य सेवा और जैव प्रौद्योगिकी में प्रगति की कुंजी है। जीवन, स्वास्थ्य एवं रोग की जटिलताओं को जानने के लिए कोशिकाओं और ऊतकों का व्यापक ज्ञान अपरिहार्य है। यह चिकित्सा अनुसंधान, जैव प्रौद्योगिकी तथा पुनर्योजी चिकित्सा की आधारशिला है, जो निदान और चिकित्सा विज्ञान में प्रगति को गति देता है एवं अंततः मानव जीवन की गुणवत्ता में सुधार करता है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **विसरण:** यह कोशिका झिल्ली के आर-पार जाने वाले पदार्थ की गति है। कार्बन डाइऑक्साइड या ऑक्सीजन जैसे कुछ पदार्थ कोशिका झिल्ली के आर-पार गति कर सकते हैं।
- ❖ **परासरण:** एक चयनात्मक पारगम्य झिल्ली के माध्यम से जल के अणुओं का आवागमन।
- ❖ **कोशिका झिल्ली:** कोशिका का सबसे बाह्य आवरण, जो कोशिका के आंतरिक भाग को उसके बाह्य वातावरण से अलग करता है।
- ❖ **कोशिका भित्ति:** पादपों की कोशिकाओं में एक कठोर बाह्य आवरण, जो प्लाज्मा झिल्ली के बाहर स्थित होता है।
- ❖ **कोशिका द्रव्य:** कोशिका द्रव्य, प्लाज्मा झिल्ली के अंदर का तरल पदार्थ है।
- ❖ **लाइसोसोम:** लाइसोसोम झिल्लीदार बंधी हुई थैलियाँ होती हैं, जो पाचन एंजाइमों से भरी होती हैं। ये एंजाइम RER द्वारा बनाए जाते हैं। लाइसोसोम कोशिका का एक प्रकार का अपशिष्ट निपटान तंत्र है।
- ❖ **ऊतक:** कोशिकाओं का एक समूह, जो संरचना में समान होता है और किसी विशेष कार्य को पूरा करने के लिए एक साथ कार्य करता है, ऊतक बनाता है।





पादप जगत

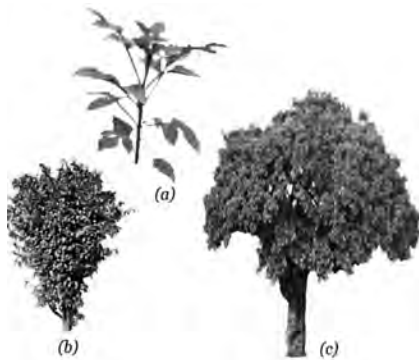
संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-4 व 6; कक्षा-VII के अध्याय-1, 6, 7 व 8; कक्षा-VIII के अध्याय-5 तथा कक्षा-X के अध्याय-7 का सारांश शामिल है।

परिचय

हमारे आस-पास वातावरण में पादप विविधता विद्यमान है। सभी जीव प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से अपने पोषण के लिए पादपों पर निर्भर हैं। पादपों के दो भाग होते हैं- कायिक और जनन भाग तथा प्रत्येक भाग अलग-अलग कार्य करने के लिए उत्तरदायी होता है। बीजों का प्रसार पादपों में उस तरह की विविधता को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिसे हम अपने आस-पास देखते हैं। इसके अलावा, यह पादपों में प्रजनन ही है जो वनस्पति जगत की वृद्धि में सहायक है। वनस्पति जगत, जो शीघ्र ही समाप्त हो रहा है, में विविधता को बनाए रखने के लिए गंभीर संरक्षण प्रयासों की आवश्यकता है।

पादपों के प्रकार

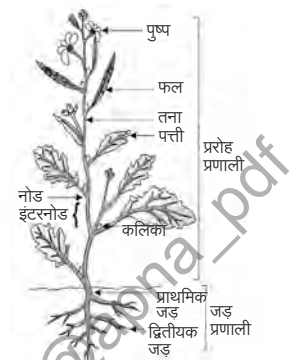
- ❑ **शाक (Herbs):** हरे और कोमल तने वाले पादपों को 'शाक' कहते हैं। ये आमतौर पर आकर में छोटे होते हैं और इनमें बहुत ज्यादा शाखाएँ नहीं होती।
- ❑ **झाड़ियाँ (Shrubs):** ये ऐसे पादप हैं, जो अपने आधार के पास शाखाएँ विकसित करते हैं। इनका तना कठोर और पतला होता है।
- ❑ **वृक्ष (Trees):** कठोर और मोटे तने वाले पादप, जो बहुत ऊँचे होते हैं तथा जिनके तने के ऊपरी हिस्से में शाखाएँ होती हैं, वृक्ष कहलाते हैं।
- ❑ **लताएँ (Climbers):** कमजोर तने वाले पादप, जो सीधे खड़े नहीं हो सकते लेकिन जमीन पर फैल जाते हैं, उन्हें लताएँ कहते हैं।
- ❑ **विसर्पी लता (Climbers):** जो पादप किसी का सहारा लेकर ऊपर चढ़ते हैं, उन्हें विसर्पी लता या आरोही पादप कहते हैं।



चित्र 12.1: (a) शाक (b) झाड़ी (c) वृक्ष



चित्र 12.2: लता और विसर्पी लता

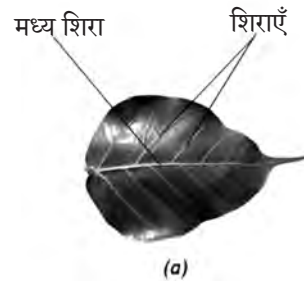


चित्र 12.3: पौधे के भाग

पादपों का संरचनात्मक संगठन

- ❑ **तना:** यह जल और खनिजों को पौधे के अन्य भागों तक ऊपर की ओर ले जाता है।
- ❑ **पत्ती:** यह एक पतली, सपाट, आमतौर पर हरे रंग की संरचना होती है, जो पादप के तने या शाखा से जुड़ी होती है।
 - पत्ती का वह भाग जिसके द्वारा यह तने से जुड़ी होती है, उसे **पर्णवृंत (Petiole)** कहते हैं। पत्ती का चौड़ा, हरा भाग **फलक (Lamina)** कहलाता है।

- पत्ती पर मौजूद रेखाओं को शिराएँ कहते हैं। पत्ती के बीच में एक प्रमुख रेखा को 'मध्य शिरा' कहते हैं। पत्ती में शिराओं द्वारा बनाई गई आकृतियों को 'पर्ण शिरा विन्यास' कहते हैं। जालीदार शिरा विन्यास में मध्य शिरा के दोनों ओर जाल जैसा डिजाइन होता है। घास जैसी कुछ अन्य पत्तियों में समानांतर शिराएँ होती हैं, इसे 'समानांतर शिरा विन्यास' कहते हैं।
- पत्तियाँ सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में जल, कार्बन डाइऑक्साइड और उनमें मौजूद हरे रंग के पदार्थ (क्लोरोफिल) का उपयोग करके अपना भोजन तैयार करती हैं। इस प्रक्रिया को प्रकाश संश्लेषण कहते हैं। इस प्रक्रिया में ऑक्सीजन मुक्त होती है। पत्तियों द्वारा तैयार किया गया भोजन अंततः पौधे के विभिन्न भागों में संचित हो जाता है। पत्तियों में वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से जल की भी ह्रास होता है।



चित्र 12.4: जालीदार एवं समानांतर पर्ण शिरा विन्यास

चित्र 12.5: पत्ती

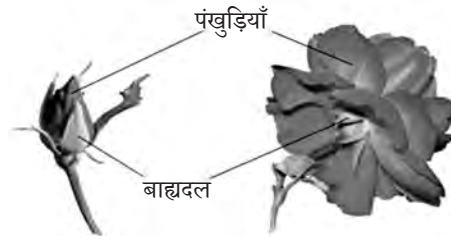
- जड़ें: पादपों में मूलरोम द्वारा परासरण प्रक्रिया से जल अवशोषण होता है। पादपों की जड़ों का कार्य भूमि से जल व पोषक तत्वों का अवशोषण तथा पादपों को सहारा प्रदान करना है।
- मुख्य जड़ को **मूसला जड़** कहा जाता है और छोटी जड़ों को **पार्श्व जड़ें** कहा जाता है।
- कुछ पादपों में मुख्य जड़ नहीं होती है। उनकी सभी जड़ें एक जैसी लगती हैं और इन्हें **रेशेदार जड़ें** कहा जाता है।



चित्र 12.6: (a) मूल जड़ें (b) रेशेदार जड़ें

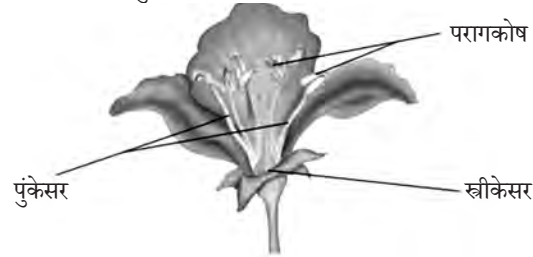
- अधिकांश पादपों में पर्ण शिरा विन्यास और जड़ के प्रकार संबंधित होते हैं। मूल जड़ों में जाल जैसी शिरा विन्यास होती है, जबकि रेशेदार जड़ों में समानांतर शिरा विन्यास होता है।
- जड़ें मृदा से जल और खनिज अवशोषित करती हैं तथा तना इन्हें पत्तियों और पादप के अन्य भागों तक पहुँचाता है। पत्तियाँ भोजन तैयार करती हैं। यह भोजन तने के माध्यम से पादप के विभिन्न भागों में संगृहीत हो जाता है। कुछ खाद्य पदार्थ जड़ के रूप में खाए जाते हैं, जैसे- गाजर, मूली, शकरकंद, शलजम और टैपिओका।

- **पुष्प:** पंखुड़ियाँ पुष्प की प्रमुख भाग होती हैं। अलग-अलग पुष्पों की पंखुड़ियाँ अलग-अलग रंगों की होती हैं। छोटी पत्ती जैसी संरचनाओं से बने भागों को 'बाह्यदल' कहते हैं।



चित्र 12.7: कलिका और पुष्प

- पुष्प के आंतरिक भाग को **स्त्रीकेसर** कहते हैं। स्त्रीकेसर पुष्प का मादा प्रजनन अंग है, इसमें वर्तिकाग्र, वर्तिका और अंडाशय होते हैं।



चित्र 12.8: पुष्प के भाग

- अंडाशय स्त्रीकेसर का सबसे निचला और फूला हुआ भाग होता है। अंडाशय में छोटी-छोटी मनके जैसी संरचनाओं को 'बीजांड' कहते हैं।
- पुंकेसर पुष्प का नर प्रजनन अंग होता है। इसमें परगकोश और तंतु होते हैं।



चित्र 12.9: पुंकेसर के भाग

- परगकोश पुंकेसर का सबसे ऊपरी भाग होता है, जहाँ परागकण बनते हैं तथा संगृहीत होते हैं। तंतु पतला डंडल होता है, जो परगकोश को सहारा प्रदान करता है।



चित्र 12.10: स्त्रीकेसर के भाग

पादप: पर्यावास और अनुकूलन

- किसी पर्यावास में रहने वाले जीव अर्थात् पादप और जन्तु दोनों इसके **जैविक घटक** हैं। आवास में मौजूद निर्जीव तत्त्व जैसे- चट्टान, मृदा, वायु और जल इसके **अजैविक घटकों** का निर्माण करते हैं।
- कुछ ऐसी विशेषताएँ हैं, जो जीवों को उनके परिवेश में बेहतर ढंग से रहने में सहायता करती हैं। विशिष्ट लक्षणों या कुछ आदतों की उपस्थिति, जो किसी जीव को किसी स्थान पर स्वाभाविक रूप से रहने हेतु सक्षम बनाती है, **अनुकूलन** कहलाती है। यह हर पर्यावास में भिन्न होता है।
 - **अनुकूलन** वह विधि है, जिसके द्वारा जीव जलवायु के साथ अच्छी तरह से समायोजित हो जाते हैं। इसमें काफी समय लगता है क्योंकि किसी क्षेत्र के अजैविक कारक अत्यधिक धीरे-धीरे परिवर्तित होते हैं। आपदाओं या परिवेश में अचानक परिवर्तन की स्थिति में केवल अनुकूलित जीव ही जीवित रहते हैं।
 - जीव भिन्न-भिन्न अजैविक कारकों के प्रति भिन्न तरीकों से अनुकूलन करते हैं, परिणामस्वरूप विभिन्न पर्यावासों में विभिन्न प्रकार के जीव होते हैं।
- पर्यावास का अर्थ है- निवास स्थान (घर), वह स्थान जहाँ जीव रहते हैं, **पर्यावास** कहलाता है।



चित्र 12.11: मरुस्थल में उगने वाले कुछ विशिष्ट पौधे

स्थलीय पर्यावास (Terrestrial Habitat)

भूमि पर रहने वाले पादप और जन्तु स्थलीय पर्यावास में रहते हैं। स्थलीय पर्यावास के उदाहरण वन, घास के मैदान, रेगिस्तान, तटीय और पर्वतीय क्षेत्र आदि हैं।

- **मरुस्थल:** मरुस्थलीय पादपों में वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से जल की बहुत कम क्षति होती है। इन पादपों में पत्तियाँ या तो अनुपस्थित होती हैं, या बहुत छोटी और काँटों के रूप में होती हैं। यह वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से पत्तियों से होने वाली जल की क्षति को कम करने में मदद करता है। **कैक्टस में पत्ती जैसी संरचना उसके तने होते हैं।** इन पादपों में प्रकाश संश्लेषण आमतौर पर तनों द्वारा किया जाता है। तना एक मोटी मोम की परत से ढका होता है, जो पादप के ऊतकों में जल को संग्रहीत रखने में मदद करता है। अधिकांश मरुस्थलीय पादपों की जड़ें जल अवशोषण के लिए मृदा में बहुत गहराई तक जाती हैं।
- **पर्वत:** ये पर्यावास आमतौर पर बहुत ठंडे, वायुदार और बर्फीले होते हैं। यहाँ के पेड़ ज्यादातर शंकु के आकार के होते हैं और उनकी शाखाएँ झुकी हुई होती हैं। इनमें से कुछ पेड़ों की पत्तियाँ सुई के आकार की होती हैं। इससे वर्षा का जल और बर्फ आसानी से नीचे सरक के गिर जाती है।



चित्र 12.12: पर्वतीय आवास के वृक्ष

जलीय पर्यावास

वे पर्यावास जिनमें पादप और जीव जल में रहते हैं, जलीय पर्यावास कहलाते हैं। उदाहरण- झीलें, नदियाँ और महासागर।

- **महासागर और सागर:** समुद्री घास की जड़ों का एक घना जाल होता है, जो उन्हें रेतीले या कीचड़ भरे समुद्री तल में स्थिर रखता है। ये जड़ें पादपों को स्थिर बनाये रखने में मदद करती हैं।
- **तालाब और झीलें:** कुछ जलीय पादपों की जड़ें जल के नीचे मृदा में जमी होती हैं, जड़ें आकार में बहुत छोटी होती हैं और उनका मुख्य कार्य पादप को उसकी जगह पर बनाए रखना होता है। इन पादपों के तने लंबे, खोखले एवं हल्के होते हैं। तने जल की सतह तक बढ़ते हैं, जबकि पत्तियाँ और पुष्प जल की सतह पर तैरते हैं। कुछ जलीय पादप जल में डूबे रहते हैं। इन पादपों की पत्तियाँ संकरी और पतले रिबन जैसी होती हैं, जो बहते जल में मुड़ सकती हैं।

विचारणीय बिंदु

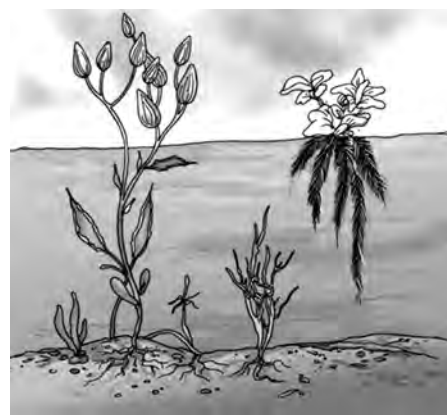
शुष्क रेगिस्तानों से लेकर हरे-भरे वर्षा वनों तक जिन अनोखे पर्यावासों में पादप उगते हैं, वे किस प्रकार अनुकूलन की हमारी समझ को चुनौती देते हैं तथा उन उल्लेखनीय माध्यमों को प्रदर्शित करते हैं, जिनका उपयोग पादप अपने विशिष्ट वातावरण में विकसित होने के लिए करते हैं।



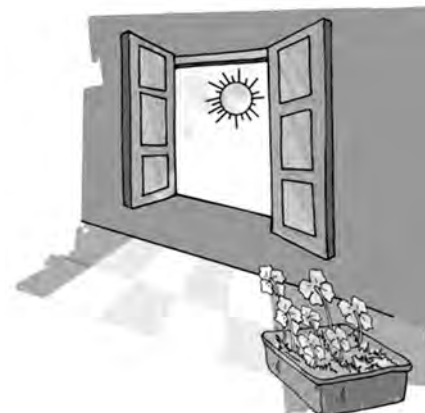
पादप जगत के लक्षण

- **भोजन की आवश्यकता:** सभी जीवित जीव, जिनमें पादप और जन्तु भी शामिल हैं, ऊर्जा के लिए भोजन पर निर्भर रहते हैं। सभी जीवों के अंदर होने वाली अन्य जीवन संबंधी प्रक्रियाओं के संचालन के लिए भोजन की आवश्यकता होती है।
- **वृद्धि:** सभी पादप समय के साथ वृद्धि और परिपक्वता प्रदर्शित करते हैं।

- ❑ **श्वसन:** यह सभी जीवित पादपों के लिए आवश्यक है। पादपों में गैसों का आदान-प्रदान मुख्य रूप से पत्तियों के माध्यम से होता है। पत्तियाँ अपने अंदर मौजूद छोटे-छोटे छिद्रों के माध्यम से वायु अंदर लेती हैं और ऑक्सीजन का उपयोग करती हैं। वे वायु में मौजूद कार्बन डाइऑक्साइड को मुक्त करती हैं। पादपों द्वारा भोजन तैयार करने की प्रक्रिया में छोड़ी गई ऑक्सीजन की मात्रा श्वसन में उपयोग की जाने वाली ऑक्सीजन से कहीं ज्यादा होती है। पादपों में श्वसन दिन-रात होता है।
- ❑ **उद्दीपक अनुक्रिया (Stimuli response):** हमारे आस-पास के वातावरण में होने वाले परिवर्तन, जो हमें उनके प्रति प्रतिक्रिया करने के लिए प्रेरित करते हैं, उन्हें उद्दीपक अनुक्रिया (Stimuli response) कहा जाता है। कुछ पादपों के पुष्प केवल रात में ही खिलते हैं। कुछ पादपों में पुष्प सूर्यास्त के बाद बंद हो जाते हैं, कुछ पादपों जैसे कि **मिमोसा पुडिका (छुई-मुई)** में जब कोई उन्हें छूता है तो पत्तियाँ बंद हो जाती हैं या मुड़ जाती हैं।
- ❑ **उत्सर्जन:** यह सभी पादपों में एक और सामान्य विशेषता है। कुछ पादप अपशिष्ट उत्पादों को स्राव के रूप में बाहर निकालते हैं, जबकि अन्य पादप अपशिष्ट उत्पादों को अपने अंगों में इस तरह से संग्रहीत करते हैं कि वे पूरे पौधे को क्षति न पहुँचाएँ।
- ❑ **प्रजनन:** कई पादप बीजों के माध्यम से प्रजनन करते हैं, जो अंकुरित होकर नए पादप बन सकते हैं। कुछ पादप बीजों के अलावा पौधे के अन्य भागों से भी प्रजनन करते हैं। उदाहरण के लिए आलू का एक हिस्सा जिसमें कलिका होती है, एक नए पादप में विकसित होता है।
- ❑ **गति:** पादप या पौधे आमतौर पर मृदा में स्थिर होते हैं, इसलिए वे एक स्थान से दूसरे स्थान पर नहीं जाते हैं। हालाँकि जल, खनिज और उनके द्वारा संश्लेषित भोजन जैसे विभिन्न पदार्थ पादप के एक भाग से दूसरे भाग में चलायमान होते हैं।
- ❑ **मृत्यु:** सभी जीवित प्राणियों की तरह पादपों कि भी मृत्यु होती है। कुछ विशेष प्रकार के जीव हजारों वर्षों तक तभी जीवित रह सकते हैं, जब वे अपनी प्रजाति के जीवों का प्रजनन करते हैं।



चित्र 12.13: कुछ जलीय पौधे जल पर तैरते हैं, कुछ की जड़ें मृदा में जमी होती हैं तथा कुछ जल में डूबे रहते हैं।



चित्र 12.14: पादप प्रकाश (उद्दीपक) के प्रति प्रतिक्रिया करते हैं

पादपों में पोषण की विधि

- ❑ कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, विटामिन और खनिज भोजन में मौजूद प्रमुख **पोषक तत्त्व** हैं, जो पादपों के लिए आवश्यक होते हैं। पोषक तत्त्व जीवित प्राणियों को अपना विकास, वृद्धि, शरीर के क्षतिग्रस्त भागों की मरम्मत तथा जीवन प्रक्रियाओं को पूर्ण करने के लिए ऊर्जा प्रदान करने हेतु सक्षम बनाते हैं।
- ❑ ये पोषक तत्त्व पादपों द्वारा भोजन के रूप में संश्लेषित किए जा सकते हैं, लेकिन मनुष्यों सहित जंतुओं द्वारा संश्लेषित नहीं किए जा सकते हैं। मनुष्य और जंतु भोजन एवं पोषण के लिए प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से पादपों पर निर्भर हैं। पादप ही एकमात्र जीव हैं, जो जल, कार्बन डाइऑक्साइड और खनिजों का उपयोग करके अपने लिए भोजन तैयार कर सकते हैं।
- ❑ पोषण एक जीव द्वारा भोजन ग्रहण करने और शरीर द्वारा उसके उपयोग की विधि है। पोषण का वह तरीका, जिसमें जीव सरल पदार्थों से स्वयं भोजन निर्मित करते हैं, उसे **स्वपोषी (ऑटोट्रॉफिक)** पोषण कहा जाता है एवं ऐसे पादपों को **‘स्वपोषी पादप’** कहा जाता है। अधिकांश जीव (मानव और पशु) अन्य पादपों द्वारा तैयार भोजन ग्रहण करते हैं, इसलिए उन्हें **‘परपोषी’** कहा जाता है।

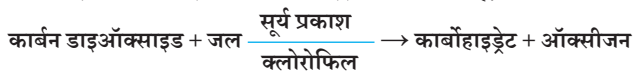
प्रकाश संश्लेषण (स्वपोषियों द्वारा)

- ❑ पत्तियाँ पादपों के भोजन की फैक्ट्रियाँ होती हैं। मृदा में मौजूद जल और खनिज जड़ों द्वारा अवशोषित किए जाते हैं तथा पत्तियों तक पहुँचाए जाते हैं। वायु से कार्बन डाइऑक्साइड पत्तियों की सतह पर मौजूद छोटे-छोटे छिद्रों द्वारा ग्रहण की जाती है, जिन्हें **‘स्टोमेटा’** कहते हैं। ये छिद्र द्वार कोशिकाओं से घिरे होते हैं।
- ❑ जल और खनिज पत्तियों तक उन **वाहिकाओं** के माध्यम से पहुँचाए जाते हैं, जो जड़, तना, शाखाओं और पत्तियों में फैली होती हैं। वे पोषक तत्वों को पत्ती तक पहुँचाने के लिए एक सतत् मार्ग बनाते हैं।



चित्र 12.15: एक पौधे का बीज अंकुरित होकर एक नए पौधे में बदल जाता है

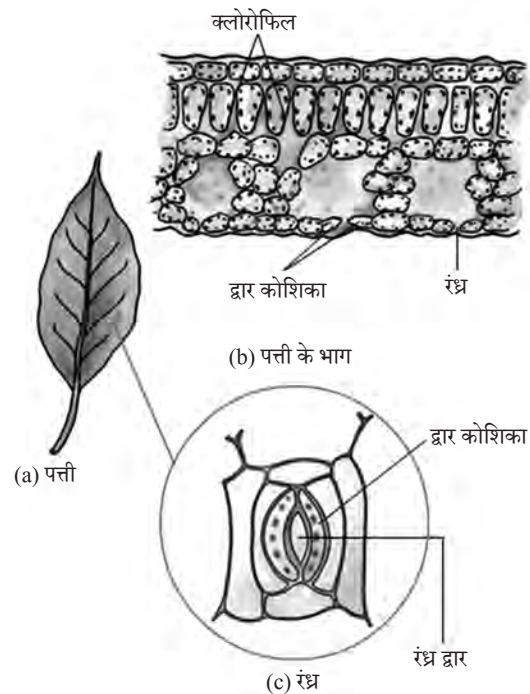
- पत्तियों में क्लोरोफिल नामक एक हरित वर्णक होता है। यह पत्तियों को सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा को ग्रहण करने में मदद करता है। इस ऊर्जा का प्रयोग कार्बन डाइऑक्साइड और जल से भोजन को संश्लेषित (तैयार) करने के लिए किया जाता है।
- हरी पत्तियों के अलावा अन्य पत्तियों में भी क्लोरोफिल होता है, वे भी प्रकाश संश्लेषण करती हैं। शैवाल भी प्रकाश संश्लेषण द्वारा अपना भोजन स्वयं तैयार कर सकते हैं।
- पादपों में भोजन का संश्लेषण सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में होता है, इस प्रक्रिया को 'प्रकाश संश्लेषण' (Photosynthesis) कहते हैं। प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया को पूरा करने के लिए क्लोरोफिल, सूर्य का प्रकाश, कार्बन डाइऑक्साइड और जल आवश्यक है। यह पृथ्वी पर एक अनोखी प्रक्रिया है। प्रकाश संश्लेषण की अनुपस्थिति में पृथ्वी पर जीवन असंभव होगा।
- सौर ऊर्जा पत्तियों द्वारा ग्रहण की जाती है और भोजन के रूप में पादपों में संगृहीत होती है। इस प्रकार सूर्य सभी जीवों के लिए ऊर्जा का अंतिम स्रोत है।
- प्रकाश संश्लेषण के दौरान ऑक्सीजन का उत्पादन होता है। प्रकाश संश्लेषण के दौरान पत्तियों की क्लोरोफिल युक्त कोशिकाएँ सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में कार्बोहाइड्रेट को संश्लेषित करने के लिए कार्बन डाइऑक्साइड और जल का प्रयोग करती हैं। इस प्रक्रिया को निम्नलिखित समीकरण के माध्यम से दर्शाया जा सकता है:



- पत्तियों में स्टार्च की उपस्थिति प्रकाश संश्लेषण की क्रिया संपन्न होती है। स्टार्च भी एक कार्बोहाइड्रेट है। कार्बोहाइड्रेट कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन से बने होते हैं। इनका उपयोग भोजन के अन्य घटकों जैसे प्रोटीन और वसा को संश्लेषित करने के लिए किया जाता है। प्रोटीन नाइट्रोजन युक्त पदार्थ होते हैं और इनमें नाइट्रोजन होता है।
- नाइट्रोजन वायु में गैसीय रूप में प्रचुर मात्रा में मौजूद है, लेकिन पौधे इसे नाइट्रोजन के रूप में अवशोषित नहीं कर सकते हैं। मृदा में कुछ जीवाणु होते हैं, जो गैसीय नाइट्रोजन को प्रयोज्य रूप में परिवर्तित करते हैं और इसे मृदा में निर्मुक्त कर देते हैं, यह क्रिया **नाइट्रोजन स्थिरीकरण** कहलाती है। ये जल के साथ पादपों द्वारा अवशोषित कर लिए जाते हैं। उर्वरकों में भी नाइट्रोजन प्रचुर मात्रा में होती है, जिसे किसान कृषि योग्य मृदा में मिलाते हैं।

पोषण के अन्य प्रकार (परपोषियों द्वारा)

- जिन पादपों में क्लोरोफिल नहीं होता है, वे अपना भोजन स्वयं नहीं बना सकते। ऐसे पादप अन्य पादपों द्वारा निर्मित भोजन पर निर्भर रहते हैं। वे पोषण की **विषमपोषी विधि** का उपयोग करते हैं।
- अमरबेल** में क्लोरोफिल नहीं होता है, इसलिए यह जिस पौधे पर आरोहित होता है, उसके द्वारा तैयार भोजन ग्रहण कर लेता है। जिन पादपों पर ये आरोहित होते हैं, उन्हें 'परपोषी' कहा जाता है। चूँकि यह परपोषी पादप को आवश्यक पोषक तत्वों से वंचित करता है, इसलिए इसे '**परजीवी**' कहा जाता है।
- कुछ पौधे कीटों का भक्षण अर्थात् कीटों को पकड़कर उन्हें पचा सकते हैं। इसका एक उदाहरण '**घटपर्णी**' है।
- घड़े जैसी या सुराही जैसी संरचना पत्ती का संशोधित भाग है। पत्ती का शीर्ष एक ढक्कन का निर्माण करता है, जो घड़े के मुँह के आकर को खोल और बंद कर सकता है। घड़ेनुमा के अंदर रोम होते हैं। जब कोई कीट घड़े के अंदर जाता है, तो ढक्कन बंद हो जाता है और कीट फँस जाता है। फँसा हुआ कीट रोमों में उलझ जाता है। घड़े में स्रावित पाचक रस द्वारा कीट को पचाया जाता है और उसके पोषक तत्व अवशोषित हो जाते हैं। ऐसे कीट खाने वाले पादपों को 'कीटभक्षी पादप' कहा जाता है।



चित्र 12.16: प्रकाश संश्लेषण

कोशिका:

वातावरण में सजीवों का शरीर छोटी इकाइयों से बना होता है, जिन्हें 'कोशिका' कहते हैं। कोशिकाओं को केवल सूक्ष्मदर्शी से ही देखा जा सकता है। कुछ जीव केवल एक कोशिका से बने होते हैं। कोशिका एक पतली बाह्य झिल्ली से घिरी होती है, जिसे 'कोशिका झिल्ली' (Cell Membrane) कहते हैं। अधिकांश



चित्र 12.17

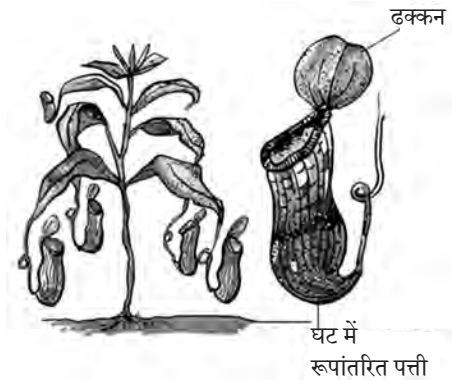
कोशिकाओं में एक विशिष्ट, केंद्र में स्थित गोलाकार संरचना होती है, जिसे 'केंद्रक' (Nucleus) कहते हैं। केंद्रक जेली जैसे एक पदार्थ से घिरा होता है, जिसे 'कोशिका द्रव्य' (Cytoplasm) कहते हैं।

मृतजीवी

- ❑ कवकों (फंगस) के पोषण का तरीका अलग होता है। वे मृत और सड़े हुए पदार्थों से पोषक तत्वों को अवशोषित करते हैं। पोषण के इस तरीके को 'मृतजीवी पोषण' कहा जाता है। मृतजीवी पोषण वाले ऐसे जीवों को 'मृतोपजीवी' कहा जाता है।
- ❑ अचार, चमड़े, कपड़े और अन्य वस्तुओं को जब लंबे समय तक गर्म और आर्द्र मौसम में खुला छोड़ दिया जाता है, तो उन पर कवक विकसित हो जाते हैं।

सहजीवी संबंध

- ❑ कुछ जीव एक साथ रहते हैं तथा आश्रय और पोषक तत्व दोनों साझा करते हैं, इस संबंध को 'सहजीवी संबंध' कहा जाता है। उदाहरण के लिए कुछ कवक वृक्षों की जड़ों के अंदर रहते हैं। वृक्ष कवक को पोषण प्रदान करते हैं, बदले में उन्हें जल और पोषकों के अवशोषण में सहायता मिलती है।
- ❑ लाइकेन में क्लोरोफिल युक्त शैवाल तथा कवक एक साथ रहते हैं। कवक शैवाल को आश्रय, जल और खनिज प्रदान करता है तथा बदले में शैवाल कवक के लिए भोजन तैयार करता है।



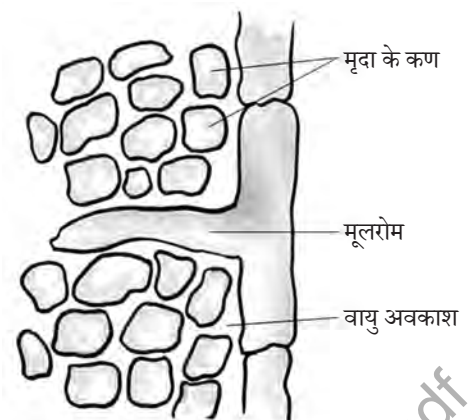
चित्र 12.18: घटपर्णी (पिचर पादप) में घड़े एवं ढक्कन जैसी संरचना



चित्र 12.19: छत्रक (मशरूम), सड़ी-गली वस्तु पर उगा छत्रक

मृदा में पोषक तत्वों की आपूर्ति

- ❑ पादप निरंतर मृदा से खनिज और पोषक तत्वों को अवशोषित करते हैं, जिससे मृदा में इनकी मात्रा कम हो जाती है। मृदा को समृद्ध बनाने के लिए समय-समय पर इन पोषक तत्वों को बाहर से मिलाना जरूरी होता है। किसान मृदा में पोषक तत्वों की कमी को पूरा करने के लिए उर्वरक का प्रयोग करते हैं।
- ❑ फलीदार युक्त पादपों को उगाने पर मृदा से नाइट्रोजन की अत्यधिक मात्रा अवशोषित हो जाती है, जिससे मृदा में नाइट्रोजन की कमी हो जाती है। इन पादपों को घुलनशील रूप में नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है। राइजोबियम नामक जीवाणु वायुमंडलीय नाइट्रोजन को ग्रहण कर सकता है और इसे उपयोग करने योग्य रूप में परिवर्तित कर सकता है। राइजोबियम अपना भोजन स्वयं नहीं बना सकता, इसलिए यह अक्सर चना, मटर, मूँग, सेम एवं अन्य फलियों की जड़ों में सहजीवी के रूप में रहता है और उन्हें नाइट्रोजन प्रदान करता है। बदले में पादप जीवाणु को भोजन और आश्रय प्रदान करते हैं।
- ❑ राइजोबियम और फलीदार पादपों के बीच सहजीवी संबंध होता है। यह संबंध किसानों के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। वे उन जगहों पर नाइट्रोजन युक्त उर्वरकों के इस्तेमाल को कम कर सकते हैं, जहाँ फलीदार पादप उगाए जाते हैं। ज्यादातर दालें फलीदार पादपों से प्राप्त होती हैं।



चित्र 12.20: जड़ें मृदा से वायु अवशोषित करती हैं

पादपों में श्वसन

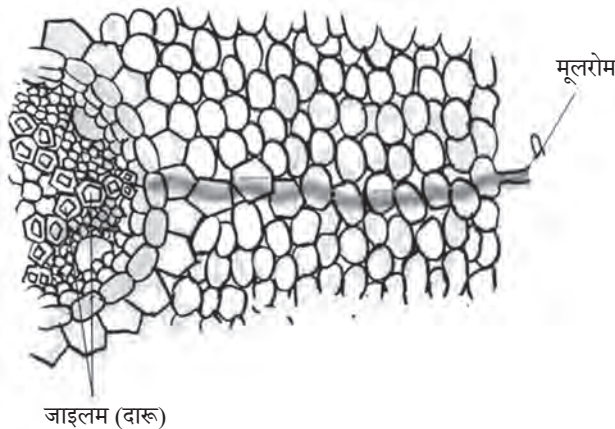
- ❑ श्वसन एक महत्वपूर्ण जैविक प्रक्रिया है। सभी सजीवों को अपने अस्तित्व के लिए आवश्यक ऊर्जा प्राप्त करने के लिए श्वसन की आवश्यकता होती है। अन्य सजीवों की तरह पादप भी अपने अस्तित्व को बनाये रखने के लिए श्वसन करते हैं। वे वायु से ऑक्सीजन ग्रहण करते हैं और कार्बन डाइऑक्साइड मुक्त करते हैं।
- ❑ पादपों में प्रत्येक भाग स्वतंत्र रूप से वायु से ऑक्सीजन ग्रहण कर सकता है तथा कार्बन डाइऑक्साइड मुक्त कर सकता है। पादपों में ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड के आदान-प्रदान के लिए रंध्र नामक छोटे-छोटे छिद्र होते हैं। पादपों की अन्य सभी जीवित कोशिकाओं की तरह जड़ कोशिकाओं को भी ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। जड़ें मृदा के कणों के बीच मौजूद वायु अवकाशों (खाली स्थानों) में उपस्थित वायु से ऑक्सीजन ग्रहण करती हैं।

पादपों में पदार्थों का परिवहन

- पादप जड़ों के माध्यम से मृदा से जल, खनिज और पोषक तत्व ग्रहण करते हैं और पत्तियों तक पहुँचाते हैं। पत्तियाँ प्रकाश संश्लेषण के दौरान जल और कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग करके पौधे के लिए भोजन तैयार करती हैं।
- भोजन ऊर्जा का स्रोत है और ग्लूकोज के विखंडन से जीव की प्रत्येक कोशिका को ऊर्जा मिलती है। कोशिकाएँ इस ऊर्जा का उपयोग जीवन की महत्वपूर्ण गतिविधियों को पूरा करने के लिए करती हैं, इसलिए जीव की प्रत्येक कोशिका को भोजन उपलब्ध कराया जाना चाहिए।

जल एवं खनिजों का परिवहन

- पादप जड़ों द्वारा जल और खनिजों को अवशोषित करते हैं। जड़ों में मूलरोम होते हैं, जो जल और जल में घुले खनिज पोषक तत्वों के अवशोषण के लिए जड़ों के सतह क्षेत्र को बढ़ाते हैं। मूलरोम मृदा के कणों के बीच मौजूद जल के संपर्क में रहते हैं।
- पादपों में मृदा से जल और पोषक तत्वों के परिवहन के लिए पाइप जैसी वाहिकाएँ होती हैं। वाहिकाएँ विशेष कोशिकाओं से बनी होती हैं, जो **संवहन ऊतक** का निर्माण करती हैं।
 - **जाइलम:** पौधे में जल और पोषक तत्वों के परिवहन के लिए व्याप्त संवहन ऊतक को 'जाइलम' कहा जाता है। जाइलम चैनलों का एक सतत् नेटवर्क का निर्माण करता है, जो तने और शाखाओं के माध्यम से जड़ों को पत्तियों से जोड़ता है तथा इस प्रकार पूरे पौधे तक जल पहुँचाता है।



चित्र 12.21: जड़ के एक भाग में जल एवं खनिजों का परिवहन

- **फ्लोएम:** भोजन पत्तियों में संश्लेषित होता है और इसे पौधे के सभी भागों तक पहुँचाया जाता है। यह कार्य फ्लोएम नामक संवहन ऊतक द्वारा किया जाता है। इस प्रकार जाइलम और फ्लोएम पादपों में पदार्थों का परिवहन करते हैं।

वाष्पोत्सर्जन

- जब पादप मृदा से खनिज, पोषक तत्व और जल अवशोषित करते हैं, तो पादप द्वारा संपूर्ण जल का उपयोग नहीं किया जाता है। अतिरिक्त जल वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रिया द्वारा **पत्तियों पर मौजूद रंध्रों के माध्यम से वाष्पित** हो जाता है।
- पत्तियों से जल के वाष्पीकरण से एक चूषण अभिकर्षण (खिंचाव) उत्पन्न होता है, जो विशाल वृक्षों में जल को अत्यधिक ऊँचाई तक खींच सकता है। वाष्पोत्सर्जन से पौधे को ठंडक भी मिलती है।

पादपों में जनन

- अपने माता-पिता से नए जीवों का जन्म प्रजनन के रूप में जाना जाता है। प्रजनन के कारण ही हम इतने सारे जीवों के अस्तित्व को देखते हैं। प्रजनन के सबसे बुनियादी स्तर में शरीर की संरचना के ब्लूप्रिंट की प्रतिलिपियाँ बनाना शामिल है।

विचारणीय बिंदु

क्या होता है जब गमले में लगे पादपों को जरूरत से ज्यादा जल दिया जाता है? जब गमले में लगे पादपों में जरूरत से ज्यादा जल से भर दिया जाता है, तो इसका अर्थ है कि वे प्रभावी ढंग से अवशोषित या उपयोग करने की क्षमता से अधिक जल प्राप्त कर रहे हैं। इसके निम्नलिखित परिणाम हो सकते हैं:

- जड़ का सड़ना
- पोषक तत्वों का कम अवशोषण
- पत्तियों का मुरझाना और पीला पड़ना
- वृद्धि में रुकावट
- फफूँद और जीवाणु रोग
- पोषक तत्वों का रिसाव
- फफूँद और शैवाल की वृद्धि



- कोशिका के केंद्रक के गुणसूत्रों में डीएनए (डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड- DNA) अणुओं के रूप में माता-पिता से अगली पीढ़ी तक वंशानुक्रम गुणों संबंधी सूचना होती है। कोशिका केंद्रक में स्थित डीएनए, प्रोटीन बनाने के लिए सूचना का स्रोत है।
- कोशिकाएँ अपने डीएनए की प्रतियाँ बनाने के लिए रासायनिक अभिक्रियाओं का प्रयोग करती हैं। इससे प्रजनन करने वाली कोशिका में डीएनए की दो प्रतियाँ बनती हैं और वे एक-दूसरे से अलग-अलग निर्मित होती हैं। डीएनए की प्रतिलिपि बनाने के साथ ही एक अतिरिक्त कोशिकीय तंत्र का निर्माण होता है तथा फिर डीएनए की प्रतियाँ अलग हो जाती हैं, जिनमें से प्रत्येक का अपना कोशिकीय तंत्र होता है। प्रभावी रूप से एक कोशिका विभाजित होकर दो कोशिकाओं को निर्मित करती देती है।
- डीएनए की प्रतिलिपि बनाने में हर बार कुछ भिन्नताएँ होती हैं। परिणामस्वरूप उत्पन्न डीएनए प्रतियाँ मूल डीएनए के समान तो होती हैं लेकिन समरूप नहीं होतीं, इसलिए बची हुई कोशिकाएँ एक-दूसरे के समान तो होती हैं, लेकिन सूक्ष्म रूप से भिन्न होती हैं। प्रजनन के दौरान परिवर्तन की यह अंतर्निहित प्रवृत्ति ही विकास का आधार है।

भिन्नता का महत्व

- प्रजनन प्रजातियों की आबादी की स्थिरता से जुड़ा हुआ है, क्योंकि प्रजनन के दौरान डीएनए की प्रतिलिपि बनने से माता-पिता की शारीरिक संरचना की विशेषताएँ बनी रहती हैं। यह नए जीव को पारिस्थितिकी तंत्र में एक विशेष निकेत या पर्यावास का उपयोग करने में सहायक है।
- ये निवास स्थान (निकेत) जीवों के नियंत्रण से भिन्न कारणों की वजह से परिवर्तित हो सकते हैं, पृथ्वी पर तापमान का अधिक या कम सकता है तथा जल का स्तर भिन्न-भिन्न हो सकता है आदि। यदि निकेत में भारी बदलाव किया गया, तो संपूर्ण आबादी समाप्त हो सकती है, हालाँकि यदि इन जीवों में कुछ भिन्नताएँ मौजूद हैं, तो उनके बचने की कुछ संभावना होगी। इस प्रकार भिन्नता समय के साथ प्रजातियों के अस्तित्व के लिए उपयोगी है।

पादपों में जनन की विधियाँ

- अधिकांश पादपों में जड़, तना और पत्तियाँ होती हैं, इन्हें पादप के 'कायिक अंग' कहा जाता है। विकास की एक निश्चित अवधि के बाद अधिकांश पादपों में पुष्प आते हैं, बीज अंकुरित होते हैं और नए पौधों का निर्माण होता है।
- पुष्प पादपों में प्रजनन का कार्य करते हैं। पादप अन्य पादपों या अपनी संतति को उत्पन्न करने के कई विधियों को अपनाते हैं। इन्हें दो प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है: (i) **अलैंगिक प्रजनन**, जिसमें पौधे बिना बीज के नए पौधे उत्पन्न कर सकते हैं तथा (ii) **लैंगिक प्रजनन**, जिसमें नए पौधे बीजों से प्राप्त होते हैं।

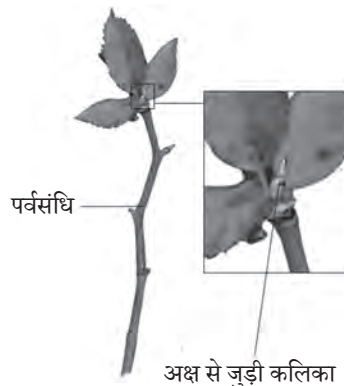
विचारणीय बिंदु

कायिक प्रवर्द्धन की विधि पादपों की आबादी के भीतर आनुवंशिक विविधता को किस प्रकार प्रभावित करती है तथा पादपों के प्रजनन की इस पद्धति के संभावित पारिस्थितिक परिणाम क्या हैं?



अलैंगिक प्रजनन

- कायिक प्रवर्द्धन:** यह एक प्रकार का अलैंगिक प्रजनन है, जिसमें जड़, तना, पत्तियों और कलियों से नए पौधे उत्पन्न होते हैं। चूँकि प्रजनन पादप के कायिक अंगों के माध्यम से होता है, इसलिए इसे कायिक प्रवर्द्धन के रूप में जाना जाता है।
 - पुष्प कलिकाएँ पुष्पों में विकसित होती हैं। पुष्प कलिकाओं के अतिरिक्त पत्तियों के कक्ष (पत्ती के नोड या पर्वसंधि पर जुड़ने का स्थान) में कलिकाएँ होती हैं, जो प्ररोह (अंकुरों) में विकसित होती हैं। इन कलिकाओं को 'कायिक कलिकाएँ' कहा जाता है। एक कलिका में एक छोटा तना होता है, जिसके चारों ओर अपरिपक्व अतिव्यापी पत्तियाँ मौजूद होती हैं। कायिक कलिकाएँ से भी नये पादपों का विकास हो सकता है।



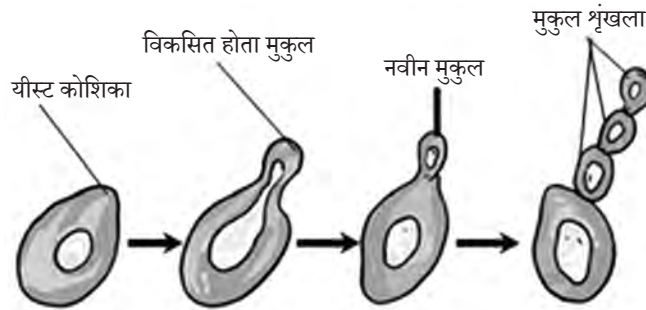
चित्र 12.22: गुलाब के तने की कलम से जनन

- **ब्रायोफिलम** (पत्थरचट्टा- अंकुरित पत्ती वाला पादप) की पत्तियों के किनारों पर कलिकाएँ होती हैं। अगर इस पौधे की एक पत्ती नम भूमि पर गिरती है, तो प्रत्येक कलिका से एक नया पौधा विकसित हो सकता है।



चित्र 12.23: ब्रायोफिलम की पत्ती जिसके किनारे पर कलिकाएँ हैं

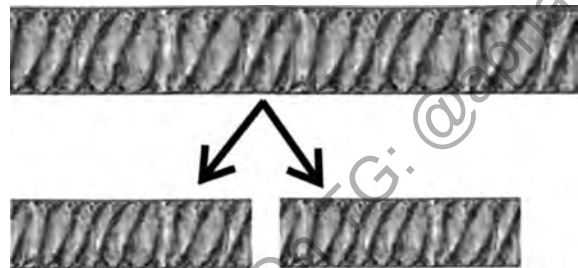
- कुछ पादपों की जड़ों से भी नये पादप विकसित हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, **शकरकंद और डहेलिया। कैक्टस** जैसे पौधे तब नए पौधे उत्पन्न करते हैं, जब उनके हिस्से मुख्य पौधे के शरीर से अलग हो जाते हैं। प्रत्येक अलग हुआ हिस्सा एक नए पौधे में विकसित हो सकता है।
 - कायिक प्रवर्द्धन का प्रयोग कृषि उद्देश्यों के लिए गन्ना, गुलाब या अंगूर जैसे कई पादपों को उगाने के लिए लेयरिंग या ग्राफ्टिंग जैसी विधियों में किया जाता है। कायिक प्रवर्द्धन द्वारा उगाए गए पौधे बीजों से उगाए गए पादपों की तुलना में पहले पुष्प और फल दे सकते हैं। ऐसी विधियाँ केला, संतरा, गुलाब और चमेली जैसे पादपों के प्रसार को भी संभव बनाती हैं, जिनमें बीज निर्माण की क्षमता नहीं होती है। कायिक प्रवर्द्धन का एक और लाभ यह है, कि उत्पादित सभी पौधे आनुवंशिक रूप से मूल पौधे के समान होते हैं और उनमें उसके सभी गुण विद्यमान होते हैं।
- **मुकुलन (Budding):** एक नया जीव मूल जीव के शरीर से '**कलिका**' या '**मुकुल**' के रूप में विकसित होता है। जैसे- **यीस्ट** एक एकल-कोशिका वाला जीव है और इसे केवल सूक्ष्मदर्शी से ही देखा जा सकता है।



चित्र 12.24: यीस्ट में मुकुलन द्वारा प्रजनन

- यीस्ट कोशिका से निकलने वाले छोटे बल्बनुमा बहिर्गत भाग को **मुकुल या कली** कहा जाता है। मुकुल धीरे-धीरे बढ़ता है और मूल कोशिका से अलग हो जाता है तथा एक नवीन यीस्ट कोशिका का निर्माण करता है। नवीन यीस्ट कोशिका अंकुरित होती है, परिपक्व होती है और अधिक यीस्ट कोशिकाएँ उत्पन्न करती है। कभी-कभी मुकुल से एक और मुकुल निकलकर मुकुल शृंखला का निर्माण करती है। यदि यह प्रक्रिया निरंतर बनी रहती है, तो थोड़े समय में बड़ी संख्या में यीस्ट कोशिकाएँ उत्पन्न हो जाती हैं।
- **विखंडन:** अपेक्षाकृत सरल शारीरिक संरचना वाले बहुकोशिकीय जीवों में, सरल प्रजनन विधियाँ काम कर सकती हैं। उदाहरण के लिए, **स्पाइरोगाइरा** जैसे शैवाल परिपक्व होने पर छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाता है। ये टुकड़े या खंड नई व्यष्टियों में विकसित होते हैं।

- सभी बहुकोशिकीय जीव आसानी से विखंडन द्वारा विभाजित नहीं हो सकते। ऐसा इसलिए है क्योंकि वे केवल कोशिकाओं का एक यादृच्छिक संग्रह नहीं हैं। विशिष्ट कोशिकाएँ ऊतकों के रूप में संगठित होती हैं तथा ऊतकों को अंगों में संगठित किया जाता है, जिन्हें फिर शरीर में निश्चित स्थानों पर व्यवस्थित किया जाता है।
- ऐसी सावधानीपूर्वक व्यवस्थित स्थिति में कोशिका विभाजन अव्यावहारिक होगा। इसलिए बहुकोशिकीय जीवों को प्रजनन के अधिक जटिल तरीकों का उपयोग करने की आवश्यकता होती है। बहुकोशिकीय जीवों में प्रयुक्त एक बुनियादी रणनीति यह है कि विभिन्न प्रकार की कोशिकाएँ अलग-अलग विशिष्ट कार्य करती हैं।



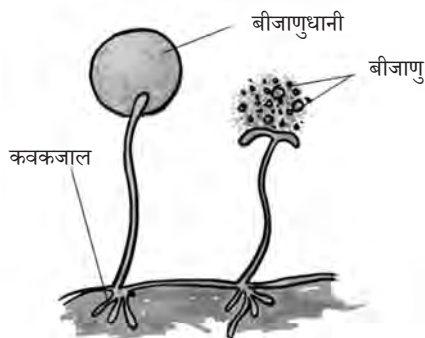
चित्र 12.25: स्पाइरोगाइरा (एक शैवाल) में विखंडन

- ऐसे जीवों में प्रजनन भी एक विशिष्ट कोशिका का कार्य है। जीव में एक एकल कोशिका, जो सही परिस्थितियों में बढ़ने, प्रसार करने और अन्य कोशिका को बनाने में सक्षम है। **जैसे- शैवाल में**, जब जल और पोषक तत्व उपलब्ध होते हैं, तो यह विखंडन द्वारा तेजी से बढ़ता और गुणन करता है। एक शैवाल दो या अधिक खंडों में विखंडित हो जाता है। ये खंड या टुकड़े नई व्यष्टियों में विकसित होते हैं। यह प्रक्रिया निरंतर जारी रहती है और वे थोड़े समय में एक बड़े क्षेत्र में फैल जाते हैं।
- **बीजाणु निर्माण:** बीजाणु अलैंगिक जनन निकाय हैं। उच्च तापमान और निम्न आर्द्रता जैसी प्रतिकूल परिस्थितियों का सामना करने के लिए प्रत्येक बीजाणु एक कठोर सुरक्षात्मक आवरण से ढका होता है।
- अनुकूल परिस्थितियों में एक बीजाणु अंकुरित होता है और एक नए जीव के रूप में विकसित होता है। माँस और फर्न जैसे पौधे बीजाणुओं के माध्यम से प्रजनन करते हैं।



चित्र 12.26: फर्न में बीजाणु द्वारा प्रजनन

- **उदाहरण: ब्रेड मोल्ड (राइजोपस)** में सूत्र जैसी संरचनाएँ (प्रजनन भाग) नहीं होती हैं। छोटी-छोटी ब्लॉब-ऑन-अ-स्टिक संरचनाएँ प्रजनन में शामिल होती हैं। ये ब्लॉब स्पोरेंजिया होते हैं, जिनमें कोशिकाएँ या बीजाणु होते हैं, जो अंततः नई राइजोपस व्यष्टियों में विकसित हो सकते हैं। बीजाणु मोटी भित्ति से ढके होते हैं, जो उन्हें तब तक सुरक्षित रखती हैं जब तक वे किसी अन्य नम सतह के संपर्क में नहीं आ जाते और वृद्धि करना शुरू नहीं कर देते।

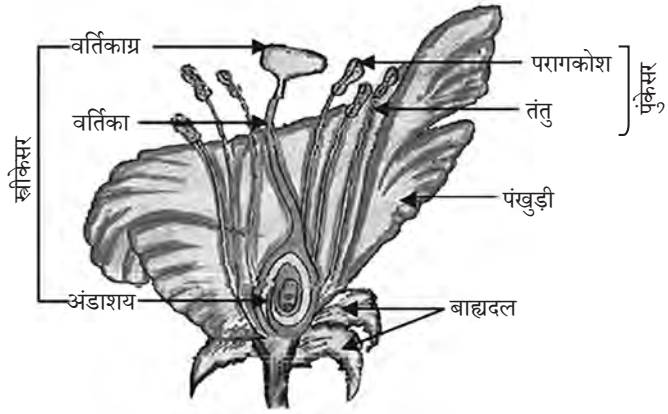


चित्र 12.27: कवक में बीजाणु द्वारा प्रजनन

लैंगिक जनन

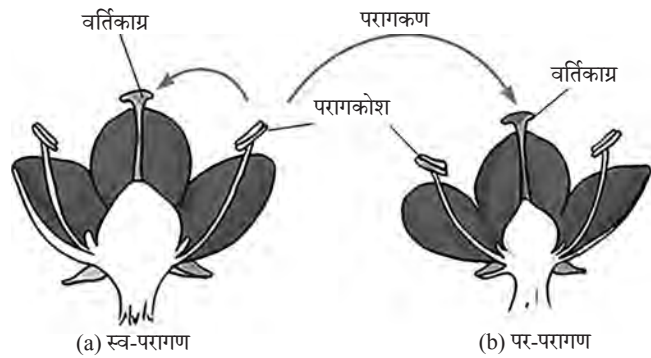
- प्रजनन की लैंगिक विधि में प्रजनन के दौरान दो अलग-अलग व्यष्टियों के डीएनए को संयोजित करने की प्रक्रिया शामिल है। इससे एक बड़ी कठिनाई यह उत्पन्न होती है कि नई पीढ़ी में डीएनए की मात्रा पूर्व पीढ़ी की तुलना में दुगुनी हो जाती है, जिससे डीएनए द्वारा कोशिकीय तंत्र के नियंत्रण में गड़बड़ी होने की संभावना होती है।
- जैसे-जैसे जीव अधिक जटिल होते जाते हैं, ऊतकों की विशेषज्ञता बढ़ती जाती है। विशिष्ट अंगों में कोशिकाओं की विशेष वंशावली में गैर-प्रजननशील कायिक कोशिकाओं की तुलना में गुणसूत्रों की संख्या आधी और डीएनए की मात्रा आधी होती है। यह कोशिका विभाजन की एक प्रक्रिया द्वारा प्राप्त होता है, जिसे 'अर्द्धसूत्री विभाजन' कहा जाता है।
- इस प्रकार जब दो व्यष्टियों की ये जनन कोशिकाएँ लैंगिक प्रजनन के दौरान मिलकर एक नई व्यष्टि का निर्माण करती हैं, तो परिणामस्वरूप नई पीढ़ी में गुणसूत्रों की संख्या और डीएनए सामग्री की पुनः स्थापना होती है।

- जैसे-जैसे शरीर की संरचना जटिल होती जाती है, जनन-कोशिकाएँ भी विशिष्ट होती जाती हैं। एक जनन-कोशिका बड़ी होती है और उसमें भोजन का भंडार होता है, जबकि दूसरी छोटी होती है और गतिशील होती है। परंपरागत रूप से गतिशील जनन कोशिका को 'नर युग्मक' कहा जाता है और संगृहीत भोजन युक्त जनन कोशिका को 'मादा युग्मक' कहा जाता है।
- पुष्पीय पादपों में लैंगिक जनन:** आवृतबीजी पादपों के प्रजनन अंग पुष्प में स्थित होते हैं। पुष्प के विभिन्न भाग बाह्यदल, पंखुड़ियाँ, पुंकेसर और स्त्रीकेसर हैं। पुंकेसर और स्त्रीकेसर पुष्प के प्रजनन भाग हैं, जिनमें जनन-कोशिकाएँ होती हैं।

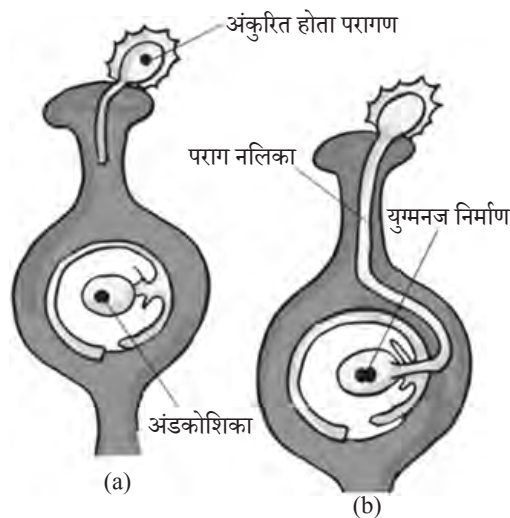


चित्र 12.28: पुष्प का अनुदैर्घ्य काट

- ऐसे पुष्प, जिनमें या तो केवल पुंकेसर अथवा केवल स्त्रीकेसर उपस्थित होते हैं, **एकलिंगी पुष्प** कहलाते हैं। जैसे- मक्का, खीरा, पपीता, तरबूज आदि जिन पुष्पों में पुंकेसर और स्त्रीकेसर दोनों ही होते हैं, वे **द्विलिंगी पुष्प** कहलाते हैं। जैसे- गुड़हल, सरसों, गुलाब, पेटुनिया आदि **पुंकेसर नर प्रजनन अंग** है तथा यह पीले रंग के परागकण उत्पन्न करता है। **स्त्रीकेसर** पुष्प के केंद्र में मौजूद होता है और **मादा प्रजनन अंग** होता है। यह तीन भागों से बना होता है: **अंडाशय, वर्तिका एवं वर्तिकाग्र**।
- नीचे का फूला हुआ भाग अंडाशय है, बीच का लंबा भाग वर्तिका है और अंतिम भाग जो चिपचिपा हो सकता है वह वर्तिकाग्र है। अंडाशय में बीजांड होते हैं तथा प्रत्येक बीजांड में एक अंड कोशिका होती है।
- परागण:** पुंकेसर से वर्तिकाग्र तक पराग का स्थानांतरण 'परागण' कहलाता है। (चित्र 12.21 देखें)
- यदि पराग का यह स्थानांतरण उसी पुष्प में होता है, तो इसे '**स्व-परागण**' कहा जाता है।
- यदि पराग को एक पुष्प से दूसरे पुष्प में स्थानांतरित किया जाता है, तो इसे '**पर-परागण**' के रूप में जाना जाता है। एक पुष्प से दूसरे पुष्प तक पराग का स्थानांतरण वायु, जल या जंतुओं जैसे वाहकों द्वारा किया जाता है।
- निषेचन:** नर तथा मादा युग्मकों के संलयन के बाद जो कोशिका विकसित होती है, उसे '**युग्मनज (Zygote)**' कहते हैं। नर और मादा युग्मकों के संलयन (युग्मनज बनाने) की प्रक्रिया को '**निषेचन**' कहा जाता है। युग्मनज एक भ्रूण में विकसित होता है।

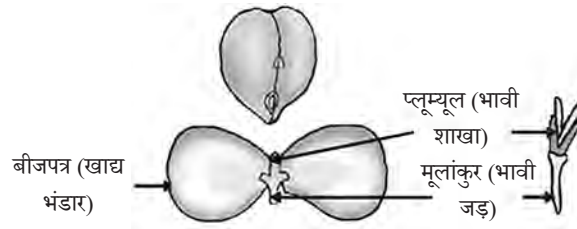


चित्र 12.29: पुष्प में परागण



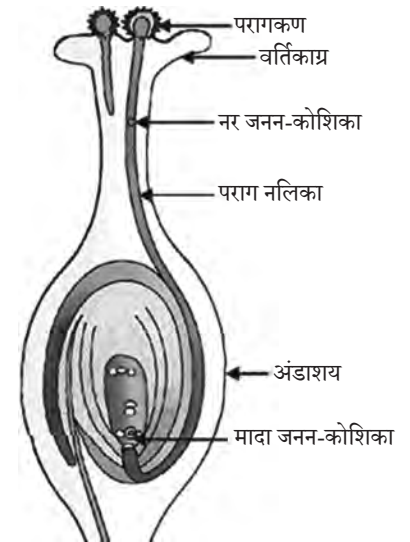
चित्र 12.30: निषेचन (युग्मनज निर्माण)

- **अंकुरण:** परागकण के उपयुक्त वर्तिकाग्र तक आने के बाद उसे अंडाशय में स्थित मादा जनन कोशिकाओं तक पहुँचना होता है। इसके लिए परागकण से एक नलिका निकलती है और अंडाशय तक पहुँचने के लिए वर्तिका से होकर गुजरती है।



चित्र 12.31: अंकुरण

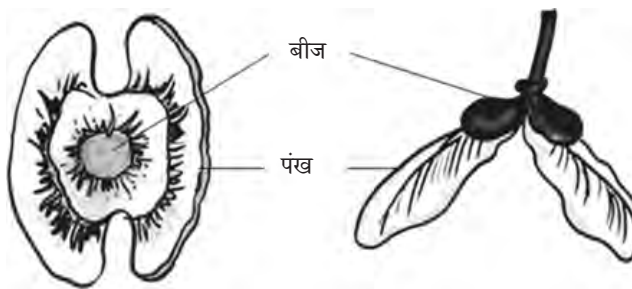
- निषेचन के बाद युग्मनज कई बार विभाजित होकर बीजांड के भीतर भ्रूण का निर्माण करता है। बीजांड एक कठोर आवरण विकसित करता है और धीरे-धीरे बीज में परिवर्तित हो जाता है। अंडाशय तेजी से बढ़ता है एवं फल बनने के लिए पकता है। इस बीच पंखुड़ियाँ, बाह्यदल, पुंकेसर, वर्तिका और वर्तिकाग्र सिकुड़कर गिर सकते हैं।
- बीज में पादप या भ्रूण होता है, जो उचित परिस्थितियों में अंकुर के रूप में विकसित होता है। इस प्रक्रिया को 'अंकुरण' (Germination) के रूप में जाना जाता है।
- **फल एवं बीज का निर्माण:** निषेचन के बाद अंडाशय एक फल के रूप में विकसित होता है और पुष्प के अन्य भाग गिर जाते हैं। फल पका हुआ अंडाशय होता है। बीजांड से बीज विकसित होते हैं। बीज में एक भ्रूण होता है, जो एक सुरक्षात्मक बीज आवरण में बंद होता है। कुछ फल माँसल और रसीले होते हैं, जैसे- आम और संतरा। कुछ फल कठोर होते हैं, जैसे- बादाम और अखरोट।



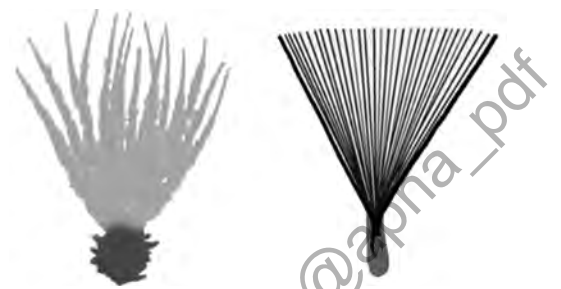
चित्र 12.32: वर्तिकाग्र पर पराग का अंकुरण

□ बीज प्रकीर्णन

- बीज प्रकीर्णन इसलिए महत्वपूर्ण है क्योंकि यदि पादप के बीज एक ही जगह पर गिरेंगे और उगेंगे, तो सूर्य के प्रकाश, जल, खनिज एवं स्थान के लिए कड़ी प्रतिस्पर्धा होगी। नतीजतन बीज स्वस्थ पादपों में विकसित नहीं हो पाएंगे।
- **पादपों को बीज के प्रसार अर्थात् प्रकीर्णन से लाभ होता है।** यह पादप और उसके अपने अंकुरों के बीच सूर्य के प्रकाश, जल और खनिजों के लिए प्रतिस्पर्धा को रोकता है। यह पादपों को व्यापक वितरण के लिए नए पर्यावासों पर अधिकार करने में भी सक्षम बनाता है।
- पादपों के बीजों और फलों का वायु, जल और जंतुओं द्वारा प्रसार किया जाता है। **सहजन (ड्रमस्टिक) एवं मेपल (द्विफल)** के पंखयुक्त बीज, घास के हल्के बीज या आक (मदार) के रोएदार बीज और सूरजमुखी के रोएदार फल वायु के साथ उड़कर दूर स्थानों पर चले जाते हैं।



चित्र 12.33: (a) सहजन (ड्रमस्टिक) और (b) द्विफल (मेपल) के बीज



चित्र 12.34: (a) सूरजमुखी के संयुक्त फल तथा (b) मदार (आक) के रोमयुक्त बीज

- कुछ बीजों का प्रसार जल के माध्यम से भी होता है। ये फल या बीज आमतौर पर नारियल की तरह स्पंजी या रेशेदार बाह्य आवरण के रूप में तैरने की क्षमता विकसित कर लेते हैं। कुछ बीजों का प्रसार जंतुओं द्वारा होता है, खासतौर पर काँटेदार बीज जिनमें हुक लगे होते हैं, जो जंतुओं के शरीर से चिपक जाते हैं और दूर-दूर तक फैल जाते हैं। इसके उदाहरण हैं- **जैथियम और यूरेना।**
- जब फल अचानक झटके से फटते हैं, तो कुछ बीज बिखर जाते हैं। बीज मूल पौधे से दूर बिखर जाते हैं, **अरंडी और बालसम** जैसे पादपों में ऐसा होता है।

पादपों का संरक्षण

पृथ्वी पर पादपों और जानवरों की बहुत सारी किस्में मौजूद हैं। वे मानव जाति के कल्याण और अस्तित्व के लिए आवश्यक हैं। पौधे जीवों के जटिल जाल को पोषण, आश्रय और ऑक्सीजन प्रदान करके एक आधारभूत भूमिका निभाते हैं। हालाँकि हाल के दिनों में जीवों के बीच सामंजस्यपूर्ण संतुलन खतरे में पड़ गया है।

निर्वनीकरण

- निर्वनीकरण का अर्थ है कि, वनों को काटना और उस भूमि का अन्य उद्देश्यों के लिए प्रयोग करना। वनों में **वृक्षों को निम्नलिखित उद्देश्यों के लिए काटा जाता है**- कृषि करना, घर और कारखाने बनाना, फर्नीचर बनाना या ईंधन के रूप में लकड़ी का प्रयोग आदि।
- **निर्वनीकरण के परिणाम**
 - इससे पृथ्वी का तापमान और प्रदूषण का स्तर बढ़ जाता है, **भूजल स्तर में भी कमी** आती है।
 - बाढ़ और सूखे जैसी प्राकृतिक आपदाओं की संभावना बढ़ने से **वर्षा तथा मृदा की उर्वरता और मृदा की गुणवत्ता** में भी कमी आ जाती है।
 - वृक्षों की कमी के कारण वातावरण में कार्बन डाइऑक्साइड का स्तर बढ़ जाता है। इससे **ग्लोबल वार्मिंग** और पृथ्वी पर तापमान में वृद्धि हो सकती है।
 - इससे मृदा का कटाव अधिक होता है। मृदा की ऊपरी परत के हटने से निचली, कठोर और पथरीली परतें उभर आती हैं। इस मृदा में ह्यूमस की कमी हो जाती है और यह कम उपजाऊ होती है। धीरे-धीरे उपजाऊ भूमि मरुस्थल या रेगिस्तान में बदल जाती है, जिसे **'मरुस्थलीकरण'** कहते हैं।
 - वनों की कटाई से **मृदा की जलधारण क्षमता में भी कमी** आ जाती है। मृदा की सतह से जल का भूमि में प्रवाह (प्रवेश दर) या मृदा की जल अवशोषण क्षमता कम हो जाती है। इससे बाढ़ की संभावना बढ़ जाती है और बाढ़ प्रतिरोध कम हो जाता है।
- **निर्वनीकरण के प्राकृतिक कारण**
 - तड़ित झंझावात से उत्पन्न होने वाली प्राकृतिक आग
 - सूखा
 - कीटों का संक्रमण (जैसे- छाल भृंग) और बीमारियाँ (जैसे- डच एल्म रोग) वन के विस्तृत क्षेत्रों को तबाह कर सकती हैं।
- **निर्वनीकरण के मानव निर्मित कारण**
 - कृषि
 - लॉगिंग और लकड़ी उत्पादन
 - बुनियादी ढाँचे का विकास
 - खनन
 - शहरीकरण

वनीकरण

- वनीकरण का अर्थ है, नष्ट हुए वनों में नए वृक्ष लगाकर उन्हें पुनः उगाना। लगाए जाने वाले वृक्ष आमतौर पर उसी प्रजाति के होने चाहिए जो उस वन में पाए जाते थे।
- यह प्राकृतिक रूप से भी हो सकता है। अगर वनों की कटाई वाले क्षेत्र लम्बे समय तक खाली छोड़ दिया जाए, तो वृक्ष पुनः उग जाते हैं। प्राकृतिक वनीकरण में मनुष्य की कोई भूमिका नहीं होती।
- **वन (संरक्षण) अधिनियम, 1980** का उद्देश्य प्राकृतिक वनों का संरक्षण, संवर्द्धन तथा वनों में या उनके निकट रहने वाले लोगों की बुनियादी आवश्यकताओं को पूरा करना है।

कागज का पुनर्चक्रण

- एक टन कागज बनाने के लिए सत्रह पूर्ण विकसित वृक्षों की जरूरत होती है। इसलिए कागज को नष्ट करने से पहले उसे कम-से-कम पाँच से सात बार सहेजना और पुनर्चक्रण करना चाहिए।
- कागज का पुनर्चक्रण करने से न केवल वृक्ष बचेंगे, बल्कि कागज बनाने के लिए जरूरी ऊर्जा और जल की भी बचत होगी। इसके अलावा कागज बनाने में इस्तेमाल होने वाले हानिकारक रसायनों की मात्रा भी कमी आएगी।

नोट: जैवमंडल पृथ्वी का वह भाग है, जिसमें सजीव मौजूद हैं या जो जीवन का समर्थन करते हैं। जैविक विविधता या जैव विविधता से तात्पर्य पृथ्वी पर विद्यमान जीवों की विविधता, उनके आपसी संबंधों तथा पर्यावरण के साथ उनके संबंधों से है।

वन एवं वन्यजीवों का संरक्षण

- हमारे व्यक्तिगत प्रयासों और समाज के प्रयासों के अलावा सरकारी संस्थानों को भी वन और वन्यजीवों की सुरक्षा का ध्यान रखना चाहिए। सरकार उन्हें बचाने और संरक्षित करने के लिए नियम, प्रणालियाँ एवं नीतियाँ बनाती है। वन्यजीव अभयारण्य, राष्ट्रीय उद्यान, बायोस्फीयर रिजर्व आदि उस क्षेत्र में मौजूद पादपों और जीवों के संरक्षण के लिए संरक्षित क्षेत्र हैं। ऐसे सभी स्थानों पर सामान्यतः पशुओं को मारना (अवैध शिकार करना) या पकड़ना सख्त वर्जित है एवं विधि द्वारा दंडनीय है।

- **बायोस्फीयर रिजर्व:** ये जैव विविधता के संरक्षण के लिए बने क्षेत्र हैं। बायोस्फीयर रिजर्व उस क्षेत्र की जैव विविधता और संस्कृति को बनाए रखने में सहायक हैं। बायोस्फीयर रिजर्व में अन्य संरक्षित क्षेत्र भी शामिल हो सकते हैं। **पचमढ़ी में तीन संरक्षण स्थल शामिल हैं: बोरी अभयारण्य, सतपुड़ा राष्ट्रीय उद्यान और पचमढ़ी अभयारण्य** - जिसे सतपुड़ा बाघ अभयारण्य के नाम से भी जाना जाता है।



चित्र 12.35: पचमढ़ी बायोस्फीयर रिजर्व

- **वन्यजीव अभयारण्य:** वन्यजीव अभयारण्य, आरक्षित वनों की तरह, वनीय पशुओं को सुरक्षा और रहने के लिए उपयुक्त परिस्थितियाँ प्रदान करते हैं। वन्यजीव अभयारण्यों में वहाँ रहने वाले लोगों को कुछ गतिविधियाँ करने की अनुमति होती है जैसे कि अपने पशुओं को चराना, औषधीय पौधे, जलाऊ लकड़ी इकट्ठा करना आदि।

- **सतपुड़ा राष्ट्रीय उद्यान** के अंदर भी **शैलाश्रय** पाए जाते हैं। ये इन जंगलों में प्रागैतिहासिक मानव जीवन के प्रमाण हैं। इनसे हमें आदिम लोगों के जीवन के बारे में जानकारी मिलती है।
- इन शैलाश्रयों में शैलचित्र पाए जाते हैं। पचमढ़ी बायोस्फीयर रिजर्व में कुल 55 शैलाश्रयों की पहचान की गई है। इन चित्रों में पशुओं और मनुष्यों का युद्ध, शिकार, नृत्य एवं संगीत वाद्ययंत्र बजाते हुए आकृतियाँ दर्शाई गई हैं। इस क्षेत्र में अभी भी अनेक जनजातियाँ का निवास है।

- **राष्ट्रीय उद्यान:** ये उद्यान इतने बड़े और विविधतायुक्त हैं कि वे संपूर्ण पारिस्थितिकी तंत्र की रक्षा कर सकते हैं। वे किसी क्षेत्र की वनस्पतियों, जीवों, परिदृश्य और ऐतिहासिक वस्तुओं को संरक्षित करते हैं। सतपुड़ा राष्ट्रीय उद्यान भारत का पहला आरक्षित वन है। इस उद्यान में बेहतरीन भारतीय सागौन के वृक्ष पाए जाते हैं। सभी राष्ट्रीय उद्यानों में सख्त नियम लागू हैं। चराई, पोचिंग, शिकार, पशुओं को पकड़ना या जलाऊ लकड़ी, औषधीय पादपों आदि का संग्रह जैसी मानवीय गतिविधियों की अनुमति नहीं है।

रेड डेटा बुक

- रेड डेटा बुक में किसी देश की **विशिष्ट लुप्तप्राय प्रजातियों का विवरण** होता है। यह एक सार्वजनिक दस्तावेज है, जिसका **अंतर्राष्ट्रीय प्रकृति संरक्षण संघ (International Union for Conservation of Nature - IUCN)** द्वारा अद्यतन किया जाता है। रेड डेटा बुक का मुख्य उद्देश्य उन प्रजातियों की रक्षा करना है, जिनके विलुप्त होने का खतरा बना हुआ है। भारत में पाए जाने वाले पादपों और जंतुओं के लिए भारत भी रेड डेटा बुक रखता है। जिन जीवों की संख्या इतनी कम हो रही है कि वे विलुप्त होने की कगार पर हैं, उन्हें **‘संकटग्रस्त जीव’** कहा जाता है।
- छोटे जीवों के विलुप्त होने का खतरा बड़े जीवों की तुलना में कहीं ज्यादा होता है। कई बार साँप, मेंढक, छिपकली, चमगादड़ और उल्लू को पारिस्थितिकी तंत्र में उनके महत्व को समझे बिना ही मार दिया जाता है। वे आकार में भले ही छोटे हों, लेकिन पारिस्थितिकी तंत्र में उनकी भूमिका को नजरअंदाज नहीं किया जा सकता। वे खाद्य शृंखलाओं और खाद्य जालों का अभिन्न अंग हैं।

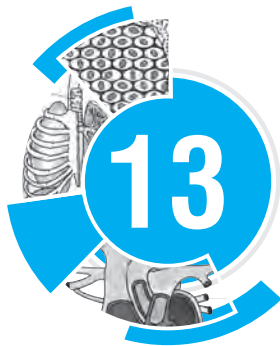
- **स्थानिक प्रजातियाँ:** ये पादपों और जीवों की वे प्रजातियाँ हैं, जो विशेष रूप से किसी विशेष क्षेत्र में पाई जाती हैं। तथा प्राकृतिक रूप से कहीं और नहीं पाई जाती हैं। उदाहरण: साल और जंगली आम पचमढ़ी बायोस्फीयर रिजर्व के लिए स्थानिक हैं।

निष्कर्ष

पादपों का संसार विविधतापूर्ण है, जिसमें कई प्रकार की प्रजातियाँ हैं जो हमारे पारिस्थितिकी तंत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। हमें ऑक्सीजन, भोजन और औषधि प्रदान करने से लेकर उनके पर्यावासों में अनगिनत अन्य जीवों का भरण-पोषण करने तक, पौधे पृथ्वी पर जीवन के लिए आवश्यक हैं। पादप जीवों का अध्ययन हमारे लिए महत्वपूर्ण है, ताकि हम अपने आस-पास की जैव विविधता को समझ सकें एवं उन प्रक्रियाओं को समझ सकें, जिनसे पौधे, मनुष्य को पोषण प्रदान करते हैं, जो कि अस्तित्व का आधार है। हाल ही में निर्वनीकरण, आवास विनाश और प्रदूषण जैसी मानवीय गतिविधियों ने जैव विविधता के लिए गंभीर संकट उत्पन्न कर दिए हैं। इन बहुमूल्य जीवों के निरंतर अस्तित्व को सुनिश्चित करने के लिए पादप जीवों को और अधिक विनाश से बचाना हमारा उत्तरदायित्व है।

महत्त्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **अलैंगिक प्रजनन:** अलैंगिक प्रजनन एक प्रकार का प्रजनन है, जिसमें युग्मकों का संलयन (निषेचन) या गुणसूत्रों की संख्या में परिवर्तन शामिल नहीं होता है। इसमें एकल जनक द्वारा ही प्रजनन की प्रक्रिया पूर्ण होती है।
- ❖ **मुकुलन:** अलैंगिक प्रजनन की एक विधि, जिसमें एक नया जीव एक मुकुल या कलिका के रूप में विकसित होता है।
- ❖ **भ्रूण:** बहुकोशिकीय जीव में विकास की प्रारंभिक अवस्था।
- ❖ **निषेचन:** नर और मादा युग्मकों (शुक्राणु और अंडाणु) को एक युग्मज बनाने के लिए संयोजित करने की प्रक्रिया।
- ❖ **विखंडन:** अलैंगिक प्रजनन की एक विधि, जिसमें एक जीव छोटे-छोटे टुकड़ों में विभाजित हो जाता है, जिनमें से प्रत्येक एक नए जीव के रूप में विकसित हो सकता है।
- ❖ **युग्मक:** विशिष्ट कोशिकाएँ (शुक्राणु और अंडाणु), जो निषेचन के दौरान संयोजित होकर युग्मनज का निर्माण करती हैं।
- ❖ **बीजांड:** पादपों में वह संरचना, जिसमें मादा युग्मक (अंडा) होता है और निषेचन के बाद बीज के रूप में विकसित होता है।
- ❖ **परागकण:** परागकण अगुणित माइक्रो गैमेटोफाइट्स होते हैं, जो पादपों में नर प्रजनन कोशिकाओं (गैमेट्स) का परिवहन करते हैं।
- ❖ **पराग नलिका:** एक नलिका जैसी संरचना होती है, जो परागकण से विकसित होकर पादपों में मादा प्रजनन संरचनाओं तक परागकण पहुँचाती है।
- ❖ **परागण:** परागण एक पुष्प के नर परागकोष से मादा वर्तिकाग्र तक परागकणों को स्थानांतरित करने की क्रिया है।
- ❖ **बीज प्रसार:** वह प्रक्रिया जिसके द्वारा अंकुरण और वृद्धि को सुगम बनाने के लिए बीजों का मूल पौधे से दूर प्रसार किया जाता है।
- ❖ **लैंगिक प्रजनन:** प्रजनन की वह क्रिया, जिसमें दो युग्मकों के मिलने से बनी रचना युग्मनज (जाइगोट) द्वारा नए जीव की उत्पत्ति होती है।
- ❖ **बीजाणु:** एक छोटी, आमतौर पर एककोशिकीय प्रजनन संरचना है, जो एक नए जीव के रूप में विकसित होने में सक्षम होती है।
- ❖ **बीजाणुधानी:** एक संरचना जो कई कवकों और कुछ पादपों में बीजाणुओं का उत्पादन करती है और उन्हें संचित करती है।
- ❖ **कायिक प्रवर्द्धन:** अलैंगिक प्रजनन की एक विधि जिसमें नए पौधे तने, जड़ या पत्तियों जैसी कायिक संरचनाओं से जन्म लेते हैं।
- ❖ **युग्मनज:** निषेचन के दौरान नर और मादा युग्मकों के संलयन से बनने वाली कोशिका।
- ❖ **स्वपोषी:** प्रकाश संश्लेषण के माध्यम से अपना भोजन स्वयं बनाने में सक्षम जीव।
- ❖ **क्लोरोफिल:** पादपों की कोशिकाओं में हरा रंगद्रव्य, जो प्रकाश संश्लेषण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है।
- ❖ **परपोषी:** वे जीव, जो अन्य जीवों या कार्बनिक पदार्थों का उपभोग करके अपना भोजन प्राप्त करते हैं।
- ❖ **कीटभक्षी:** वे जीव जो मुख्य रूप से कीटों को खाते हैं।
- ❖ **पोषक तत्त्व:** जीवित जीवों की वृद्धि, विकास और रखरखाव के लिए आवश्यक पदार्थ।
- ❖ **पोषण:** वह प्रक्रिया, जिसके द्वारा जीव अपने पर्यावरण से पोषक तत्त्व प्राप्त करते हैं और उनका उपयोग करते हैं।
- ❖ **मृतजीवी/मृतपोषी:** वे जीव जो मृत या सड़ते हुए जीवों से कार्बनिक पदार्थों को विघटित करके और अवशोषित करके पोषक तत्त्व प्राप्त करते हैं।
- ❖ **रंघ्र:** पादपों की पत्तियों और तनों की सतह पर छोटे छिद्र होते हैं, जो गैस विनिमय और जल हानि को नियंत्रित करते हैं।



प्राणी जगत

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-6; कक्षा-VII के अध्याय-2, 6 व 7; कक्षा-VIII के अध्याय-2, 5 व 6 तथा कक्षा-X के अध्याय-7 का सारांश शामिल है

परिचय

इस अध्याय में प्राणियों के जटिल विवरण और विविध आवासों के प्रति उनकी अनुकूलनशीलता को शामिल किया गया है। यह मानव की शारीरिक क्रियाओं, यथा श्वासोच्छ्वास और परिसंचरण का अन्वेषण करता है तथा मरुस्थल से लेकर महासागरों तक विभिन्न जीव आवासों का परीक्षण करता है। प्रत्येक पर्यावरण अपनी विशिष्ट चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है तथा वहाँ निवास करने वाले जीवों द्वारा उत्तरजीविता हेतु विशिष्ट अनुकूलन विकसित कर लिए जाते हैं। इसके अतिरिक्त, सजीव और निर्जीव में अंतर करने वाली विशेषताओं पर भी चर्चा की गई है, जिससे पृथ्वी पर जीवन की व्यापक समझ प्राप्त होती है।

जीव या प्राणी

जीव एक जीवित इकाई है जो अपना कार्य स्वयं कर सकता है। इसकी एक संगठित संरचना होती है, साथ ही यह उद्दीपनों पर प्रतिक्रिया दे सकता है, प्रजनन कर सकता है, वृद्धि कर सकता है और विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों के अनुकूल स्वयं को ढाल सकता है।

जीवों की विशेषताएँ

- **सजीव:** मनुष्य, जंतु और पादप सजीव की श्रेणी में आते हैं। सिर्फ सोचने-समझने, गति या वृद्धि करने की क्षमता ही सजीवों को परिभाषित नहीं करती है।
- **वृद्धि:** पादप और जंतु जैसे सजीव समय के साथ आकार में भी वृद्धि करते हैं।
- **गति:** कई सजीव, विशेष तौर पर जंतु गति प्रदर्शित करते हैं। हालाँकि, सभी सजीव यथा पादप अवलोकनीय तरीके से गति नहीं करते हैं। केवल गति ही जीवन को परिभाषित नहीं करती, क्योंकि कार जैसी निर्जीव वस्तुएँ भी गति करती हैं।

पर्यावास और अनुकूलन

- पर्यावास किसी जीव का प्राकृतिक पर्यावरण होता है।
- अनुकूलन से तात्पर्य उन विशिष्ट विशेषताओं या व्यवहारों से है जो किसी जीव को किसी विशेष वातावरण में स्वाभाविक रूप से रहने की अनुमति देता है।
- **पर्यावासों में विविधता:** हिमालय के शीत स्थलीय क्षेत्रों से लेकर राजस्थान के उष्ण मरुस्थलीय क्षेत्रों और तटीय क्षेत्रों के आर्द्र समुद्र तटों तक में विविध पर्यावासों का विस्तार है। प्रत्येक पर्यावास, अपनी विशिष्ट परिस्थितियों के बावजूद, असंख्य जीव रूपों को अधिवास प्रदान करता है, जो जीवों की अनुकूलन क्षमता को दर्शाता है।

जीव और उनका परिवेश

- विभिन्न स्थानों पर विशिष्ट प्रकार के जीव पाए जाते हैं जो अपनी विशिष्ट परिस्थितियों के अनुसार स्वयं को अनुकूलित कर लेते हैं। उदाहरणस्वरूप, रेगिस्तान में ऊँट निवास करते हैं, जबकि समुद्र में विभिन्न प्रकार की मछलियों की प्रमुखता होती है।
- वायु और जल की उपलब्धता जैसी तात्कालिक पर्यावरणीय परिस्थितियाँ, जीवों की उपस्थिति को निर्धारित करती हैं।

पर्यावास के घटक

- ❑ **जैविक घटक:** ये किसी पर्यावास में निवास करने वाले सजीव होते हैं। जन्तु, पादप, अपघटक, सूक्ष्म वनस्पतिजात और प्राणिजात जैविक घटकों के उदाहरण हैं।
- ❑ **अजैविक घटक:** अजैविक घटकों में चट्टानें, मृदा, वायु और जल जैसे निर्जीव तत्व शामिल होते हैं। सूर्य का प्रकाश और ऊष्मा अजैविक घटकों के उदाहरण हैं।

पर्यावासों के प्रकार

स्थलीय पर्यावास

ये भूमि आधारित पर्यावरण हैं यथा वन, घास के मैदान, रेगिस्तान, तटीय क्षेत्र और पर्वतीय क्षेत्र। ये इस प्रकार हैं:

❑ मरुस्थल

- यह एक ऐसा क्षेत्र है जहाँ अत्यधिक गर्मी और जल की कमी पायी जाती है।
- **चूहे और साँप** जैसे जंतु दिन के समय बिलों में रहकर गर्मी से अपना बचाव करते हैं और रात के समय वे सक्रिय रहते हैं।

❑ पर्वतीय क्षेत्र

- इस क्षेत्र का वातावरण ठंडा, तूफानी और सर्दियों के दौरान बर्फबारी की संभावना वाला होता है।
- इन क्षेत्रों में तापरोधन हेतु जंतुओं की त्वचा मोटी या रोएदार होती है।

मरुस्थलीय परिस्थितियों हेतु ऊँटों का अनुकूलन: रेत की गर्मी से बचाव के लिए ऊँट के पैर लंबे होते हैं। रेगिस्तान में जीवित रहने और शरीर को रेत की उष्णता से बचाव हेतु उसके पैर लंबे होते हैं। ऊँटों के शरीर में अत्यधिक जल धारण की क्षमता का प्रमाण, उनके द्वारा सूखा मल और निम्न मूत्र त्याग तथा पसीने के बहुत कम उत्सर्जन से पता चलता है।

- **याक** जैसी प्रजातियों में निम्न तापमान के दौरान उष्णता बनाए रखने के लिए लंबे बाल होते हैं। हिम तेंदुओं के पैरों पर भी घने फर (Fur) पाए जाते हैं।
- दूसरी तरफ, चट्टानी इलाकों में चलने हेतु पर्वतीय बकरियों के पास मजबूत खुर होते हैं।

❑ घास के मैदान

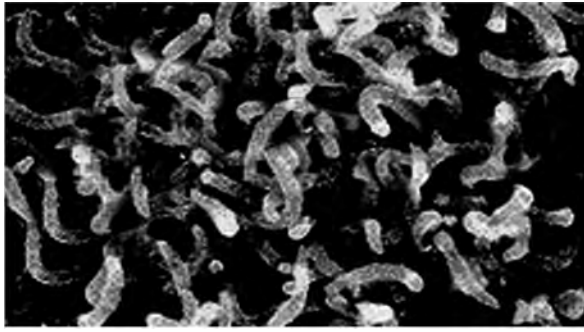
- घास का मैदान पारिस्थितिकी तंत्र एक ऐसा क्षेत्र होता है जहाँ वनस्पतियों में घास और अन्य शाकयुक्त (गैर-काष्ठीय) पौधों की प्रमुखता होती है।
- शेर का हल्का भूरा रंग छद्मावरण (Camouflage) में सहायक होता है। शिकार की सटीक अवस्थिति को जानने हेतु चेहरे पर सामने की ओर इनकी आँखें स्थित होती है। शिकार करने हेतु उनके आगे वाले पैरों में वापस खींचने योग्य पंजे होते हैं।
- पौधों के कठोर तनों को चबाने हेतु हिरण के पास मजबूत दाँत होते हैं। उनके कान लम्बे होते हैं, ताकि शिकारियों का पता लगाया जा सके। संभावित खतरों के विस्तृत परिदृश्य को देखने हेतु उनके सिर के किनारों पर आँखें स्थित होती हैं। इनकी गति काफी तेज होती है ताकि शिकारियों से बच कर निकला जा सके।

जलीय पर्यावास

- ❑ जलीय पर्यावास के तहत झीलों, नदियों और महासागरों जैसे क्षेत्र आते हैं जहाँ जीव जल में पोषित होते हैं।
- ❑ **मछली का अनुकूलन:** जल में संचलन हेतु इनका शरीर धारा-रेखित (Streamlined) होता है तथा जल से ऑक्सीजन ग्रहण करने हेतु इनके पास गलफड़े होते हैं। उनका शरीर चिकनेदार शल्कों से ढका होता है जो उन्हें सुरक्षा प्रदान करने के साथ-साथ गमन में सहायता करते हैं। गलफड़े उन्हें जल में धुलित ऑक्सीजन का उपयोग करने में सहायक होते हैं।
- ❑ **स्कवीड और ऑक्टोपस:** इनमें धारा-रेखित शारीरिक आकार का अभाव होता है, लेकिन इनमें संचलन के दौरान अपने शरीर को धारा-रेखित बनाने की क्षमता होती है। ये मुख्य रूप से समुद्र तल के पास निवास करते हैं। ये धुली हुई ऑक्सीजन का उपयोग करने के लिए गलफड़ों (Gills) से युक्त होते हैं।
- ❑ **डॉल्फिन और व्हेल:** इनमें गलफड़े नहीं पाए जाते लेकिन इनके सिर पर **नथुने (Nostrils)** या **ब्लोहोल (Blowholes)** होते हैं। जब ये सतह के पास होते हैं तो वायु में श्वास ले सकते हैं, लेकिन ये लंबे समय तक जल के अंदर रहने हेतु अनुकूलित होते हैं।

सूक्ष्मजीव

- ❑ सूक्ष्मजीव जीवित प्राणी होते हैं जिनका आकार इतना छोटा होता है कि उन्हें नग्न आँखों से नहीं देखा जा सकता। उन्हें केवल सूक्ष्मदर्शी की मदद से ही देखा जा सकता है।
- ❑ ब्रेड फंगस (ब्रेड कवक) आदि को आवर्धक काँच से देखा जा सकता है, जबकि अन्य को देखने के लिए सूक्ष्मदर्शी की आवश्यकता होती है।
- ❑ जल और मृदा में प्रचुर मात्रा में जीव मौजूद होते हैं, जिनमें से कई सूक्ष्मजीव होते हैं।
- ❑ सूक्ष्मजीवों को चार प्रमुख समूहों में वर्गीकृत किया गया है। ये समूह हैं जीवाणु, कवक, प्रोटोजोआ और कुछ शैवाल।



स्पाइरल जीवाणु



छड़नुमा जीवाणु



क्लेमाइडोमोनस



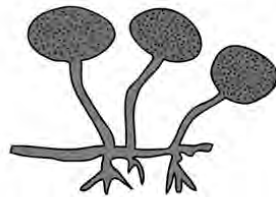
स्पाइरोगाइरा
शैवाल



अमीबा



पैरामीशियम
प्रोटोजोआ



राइजोपस (ब्रेड मोल्ड)



पेनीसिलियम



स्परजिलस
कवक

चित्र 13.1: सूक्ष्मजीवों के प्रकार

सूक्ष्मजीवों का पर्यावास

- ❑ बर्फ जैसे अत्यधिक ठंडे क्षेत्र।
- ❑ गर्म वातावरण यथा गर्म झरने।
- ❑ रेगिस्तान जैसे शुष्क क्षेत्र।
- ❑ दलदली भूमि जैसे आर्द्र क्षेत्र।
- ❑ सूक्ष्मजीव मनुष्यों सहित अन्य जंतुओं के शरीर के अंदर भी मौजूद होते हैं।
- ❑ कुछ सूक्ष्म जीव, पोषक जीवों (Host Organism) पर रहते हैं।
- ❑ कुछ अन्य, पोषित जीवों पर निर्भर हुए बिना स्वतंत्र रूप से रहते हैं।

विषाणु

- ❑ विषाणु अति सूक्ष्म होते हैं, लेकिन वे अन्य सूक्ष्मजीवों से भिन्न होते हैं।
- ❑ वे विशेष रूप से पोषक जीव की कोशिकाओं के भीतर प्रजनन करते हैं, जो जीवाणु, पौधे या जंतु हो सकते हैं।
- ❑ वे विभिन्न प्रकार की बीमारियों का कारण बनते हैं, जिनमें सामान्य सर्दी-जुकाम और इन्फ्लूएंजा से लेकर पोलियो एवं चिकन पॉक्स जैसी गंभीर बीमारियाँ शामिल हैं।

सूक्ष्मजीवों में प्रजनन

प्रजनन में DNA का महत्व:

- समान शारीरिक संरचना के कारण जीव समान दिखते हैं। समान शारीरिक संरचना के लिए, ब्लूप्रिंट या आनुवंशिक जानकारी (Inheritance information) को भी समान होना चाहिए।
- केंद्रक के अंदर गुणसूत्रों में डीएनए के रूप में वंशानुगत सूचनाएँ होती हैं। डीएनए, प्रोटीन संश्लेषण हेतु सूचना स्रोत के रूप में कार्य करता है।
- डीएनए जानकारी में परिवर्तन के कारण अलग प्रकार के प्रोटीनों का निर्माण होता है, जिसके परिणामस्वरूप शारीरिक संरचना में बदलाव आ सकता है।
- **अतः** प्रजनन प्रक्रिया में डीएनए प्रतिकृति का निर्माण एक आधारभूत घटना मानी जाती है।

नोट : पेचिश और मलेरिया जैसे रोग प्रोटोजोआ के कारण होते हैं जबकि टाइफाइड और तपेदिक (टीबी) जीवाणु जनित रोग हैं।

डीएनए प्रतिलिपि प्रणाली

- रासायनिक प्रतिक्रियाओं के माध्यम से अपने डीएनए की एक प्रतिकृति के निर्माण द्वारा कोशिकाएँ प्रजनन करती हैं। इसके परिणामस्वरूप एक जनन कोशिका (reproducing cell) में दो डीएनए प्रतिकृतियाँ तैयार होती हैं।
- दोनों डीएनए प्रतिकृतियों को अलग करना आवश्यक होता है। सिर्फ एक डीएनए प्रतिकृति को बाहर निकालना संभव नहीं है, क्योंकि इसमें जीवन को बनाए रखने के लिए कोशिकीय संरचना का अभाव होता है।
- इसके मद्देनजर डीएनए की प्रतिकृति बनाने के बाद एक अतिरिक्त कोशिकीय संरचना का निर्माण होता है। तदुपरांत कोशिका विभाजित होती है, जिसके परिणामस्वरूप दो नई कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।

विचारणीय बिंदु

ऐसा कहा जाता है कि विषाणु विषम परिस्थितियों में जीवित रहते हैं तथा उनका जीवन सजीव और निर्जीव स्थितियों के मध्य गुजरता है। सोचिए ऐसा क्यों है और जीवन के विकास में विषाणु या वायरस की क्या भूमिका है।



डीएनए प्रतिलिपि में सटीकता और विभिन्नता

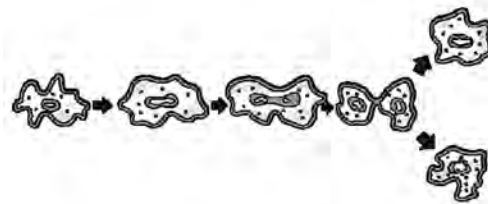
- प्रजनन से उत्पन्न कोशिकाएँ समान होती हैं, लेकिन यह आवश्यक नहीं कि वे समरूप हों। डीएनए प्रतिकृतिकरण प्रक्रिया की सटीकता मूल और नई कोशिकाओं के मध्य समानता निर्धारित करती है।
- डीएनए प्रतिलिपीकरण सहित विभिन्न जैव-रासायनिक अभिक्रियाएँ 100% सटीक नहीं होती हैं। डीएनए प्रतिलिपीकरण के दौरान विभिन्नताएँ हो सकती हैं, जिससे मूल और नए डीएनए के मध्य सूक्ष्म अंतर हो सकता है।
- कुछ विभिन्नताएँ इतनी प्रबल होती हैं कि नई कोशिका जीवित भी नहीं रह पाती। हालाँकि, कई विभिन्नताएँ सूक्ष्म होती हैं और कोशिका के अस्तित्व को प्रभावित नहीं करती।

विभिन्नता और प्रजनन का महत्व:

- विभिन्नता का तात्पर्य किसी आबादी के भीतर व्यष्टियों (Individuals) के मध्य विशेषताओं में अंतर से है। जीव अपनी प्रजनन क्षमता के कारण पारिस्थितिक तंत्र में विशिष्ट निकेतों (specific niches) को धारण करते हैं।
- प्रजनन के दौरान डीएनए प्रतिकृति निर्माण की निरंतरता, शरीर की बनावट संबंधी विशेषताओं को बनाए रखती है, जो जीवों को उनके विशिष्ट निकेतों में विकसित होने में सहायक होता है। प्रजनन, प्रजातियों की आबादी के स्थायित्व में योगदान देता है।
- तापमान में उतार-चढ़ाव, जल स्तर में बदलाव और उल्कापिंड के प्रभाव जैसे कई बाह्य कारकों के कारण निकेत (Niche) में परिवर्तन संभव है। अगर किसी निकेत में अत्यधिक परिवर्तन होता है और अगर जीव केवल अपने मौलिक निकेत हेतु ही अनुकूलित है, तो पूरी आबादी के खतरे में पड़ने की संभावना बढ़ जाती है।
- **अस्तित्व के लिए विभिन्नता का महत्व:**
 - पर्यावरणीय परिवर्तनों का सामना करने के दौरान जनसंख्या के भीतर विभिन्नता (variations) के कारण जीवित रहने की संभावना बढ़ जाती है।
 - उदाहरणस्वरूप, ग्लोबल वार्मिंग के कारण होने वाले तापमान वृद्धि से समशीतोष्ण जल में रहने वाले अधिकांश जीवाणुओं की मृत्यु हो सकती है। हालाँकि, ताप प्रतिरोधी वाले जीवाणु प्रजातियों के जीवित रहने और वृद्धि करने की संभावना अधिक होती है।
 - इस प्रकार, विभिन्नता एक सुरक्षात्मक तंत्र के रूप में कार्य करती है, जो समय के साथ प्रजातियों के अस्तित्व को सुनिश्चित करती है।
 - जीवों के प्रजनन संबंधी तरीके उनके शारीरिक बनावट से निर्धारित होते हैं। इस अध्याय में हम प्रजनन के प्रकारों पर भी चर्चा करेंगे।

सूक्ष्मजीवों में प्रजनन के प्रकार

- प्रजनन में शामिल जंतुओं की संख्या के आधार पर प्रजनन के विभिन्न प्रकार होते हैं। प्रत्येक सजीव, प्रजनन की दो विधियों अर्थात् लैंगिक प्रजनन या अलैंगिक प्रजनन में से किसी एक विधि द्वारा प्रजनन करता है। सूक्ष्मजीव अलैंगिक या लैंगिक रूप से प्रजनन कर सकते हैं।
- अलैंगिक प्रजनन विधि में, किसी भागीदार की सहायता के बिना एकल सूक्ष्मजीव दो समान संतति (identical offspring) उत्पन्न करता है। लैंगिक प्रजनन में, दो सूक्ष्मजीवों द्वारा अपनी आनुवंशिक जानकारी को मिश्रित कर देने के कारण उनकी संतति आनुवंशिक रूप से भिन्न होती है। इस अध्याय में हम सूक्ष्मजीवों द्वारा प्रजनन की अलैंगिक विधि पर चर्चा करेंगे।

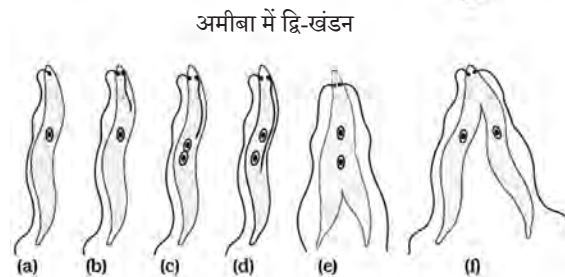


अलैंगिक प्रजनन

- यह प्रजनन का वह तरीका है जिसमें केवल एक जीव शामिल होता है। इसके तहत उत्पन्न संतति आनुवंशिक रूप से जननी के समान होती है एवं इस विधि में गुणसूत्रों की संख्या सदैव समान होती है, जिन्हें **क्लॉन्स (clones)** कहा जाता है।
- अलैंगिक प्रजनन विभिन्न तरीकों से घटित हो सकता है, जिन्हें नीचे समझाया गया है:

विखंडन

- विखंडन, अलैंगिक प्रजनन का एक रूप है जिसमें एक एकल कोशिका विभाजित होकर दो या अधिक पृथक **संतति कोशिकाओं** (separate daughter cells) का निर्माण करती है।



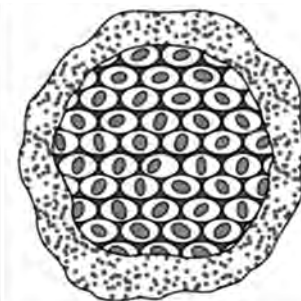
अमीबा में द्वि-खंडन

लेस्मानिया में द्वि-खंडन

चित्र 13.2: अमीबा में द्वि-खंडन और लेस्मानिया में द्वि-खंडन

एककोशिकीय जीवों में विखंडन संबंधी कार्यप्रणाली

- एककोशिकीय जीवों में विखंडन के परिणामस्वरूप नई इकाइयों का निर्माण होता है। विभिन्न जीवों में विखंडन के विभिन्न प्रतिरूप देखे गए हैं:
- **द्वि-खंडन (Binary Fission):** यह पद्धति कई जीवाणु और प्रोटोजोआ में आमतौर पर पायी जाती है। इस पद्धति में जीव लगभग दो बराबर हिस्सों में विभाजित हो जाता है। इस विधि के तहत **अमीबा** जैसे जीवों में किसी भी स्तर में विभाजन हो सकता है। **लीशमैनिया (कालाजार रोग हेतु उत्तरदायी)** जैसे अधिक संगठित एककोशिकीय जीवों में, चाबुक समान पूँछ जैसी संरचनाओं की उपस्थिति के कारण विभाजन एक विशिष्ट अभिविन्यास में अमीबा, लेस्मानिया दोनों संपादित होता है।
- **बहु-खंडन (multiple fission):** यह विधि **मलेरिया परजीवी 'प्लाज्मोडियम'** जैसे जीवों में देखने को मिलती है। यह जीव एक साथ कई संतति कोशिकाओं में विभाजित होता है।



चित्र 13.3: प्लाज्मोडियम में बहु-खंडन

खंडन (Fragmentation)

खंडन, अलैंगिक प्रजनन का एक रूप है जिसमें एक जीव कई भागों में विखंडित हो जाता है, और प्रत्येक खंड एक परिपक्व एवं पूर्ण विकसित इकाई में विकसित होता है।

सरल बहुकोशिकीय जीवों में खंडन

- स्पाइरोगाइरा जैसे बुनियादी शारीरिक संगठन वाले बहुकोशिकीय जीवों में, खंडन जैसी सरल प्रजनन विधियाँ प्रभावी होती हैं।
- स्पाइरोगाइरा परिपक्वता प्राप्त करने पर छोटे-छोटे खंडों में विखंडित हो जाता है। तदुपरांत ये खंड पुनः नए व्यष्टि के रूप में विकसित हो जाते हैं।

बहुकोशिकीय जीवों में जटिलताएँ

- सभी बहुकोशिकीय जीव सरल रूप से कोशिका-दर-कोशिका विभाजन के माध्यम से प्रजनन नहीं कर सकते।
- अनेक बहुकोशिकीय जीवों में, ऊतकों में संगठित विशिष्ट कोशिकाएँ होती हैं, जो आगे चलकर अंगों का निर्माण करती हैं।
- इन अंगों की शरीर में अपनी एक विशिष्ट स्थिति होती है, जिसके कारण कोशिका-दर-कोशिका विभाजन व्यावहारिक हो पाता है।
- अतः जटिल बहुकोशिकीय जीवों को अधिक जटिल प्रजनन विधियों की आवश्यकता होती है।

बहुकोशिकीय जीवों में विशिष्ट प्रजनन

- ❑ बहुकोशिकीय जीव विशिष्टता प्रदर्शित करते हैं, जिसके अंतर्गत कोशिकाओं के विभिन्न प्रकार विशिष्ट कार्यों को संपादित करते हैं।
- ❑ इन जीवों में, प्रजनन प्रक्रिया में आमतौर पर एक विशिष्ट प्रकार की कोशिका भूमिका निभाती है।
- ❑ प्रजनन की सफलता हेतु जीव के भीतर एक विशिष्ट प्रकार की कोशिका का होना आवश्यक है, जो अनुकूल परिस्थितियाँ होने पर वृद्धि और प्रसार करने तथा अन्य प्रकार की कोशिकाओं की उत्पत्ति में सक्षम हो।

पुनर्जनन या पुनरुद्भवन (Regeneration)

पुनर्जनन, पूर्णतः विभेदित जीवों में, अपने शरीर के अंगों से नई व्यष्टियों में विकसित होने की क्षमता है।

जीवों में पुनर्जनन क्षमताएँ

- ❑ कई जीव अपने शरीर के खंडों से पुनर्जीवित हो सकते हैं या पूर्ण जीव बन सकते हैं।
- ❑ उदाहरणस्वरूप, **हाइड्रा** और **प्लेनेरिया** जैसे सरल जीव इस क्षमता का प्रदर्शन करते हैं।
- ❑ यदि इन जीवों को कई खंडों में काटा या तोड़ा जाए तो प्रत्येक टुकड़े में एक पूर्ण जीव बनने की क्षमता होती है।

पुनर्जनन प्रणाली

- ❑ पुनर्जनन विशिष्ट कोशिकाओं द्वारा संपादित होता है।
- ❑ इन कोशिकाओं में क्रमप्रसरण के कारण बड़ी संख्या में कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- ❑ इस एकत्रित कोशिका समूह द्वारा परिवर्धन (Differentiation) की प्रक्रिया संपादित होती है, जहाँ कोशिकाएँ विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं और ऊतकों में परिवर्तित हो जाती हैं।
- ❑ यह परिवर्धन प्रक्रिया, जिसमें कोशिकाएँ एक संगठित अनुक्रम का अनुसरण करते हुए विभिन्न ऊतकों का निर्माण करती हैं, विकास (development) कहलाता है। पुनर्जनन और प्रजनन के मध्य एक बुनियादी अंतर तालिका 13.1 में दिखाया गया है।

तालिका 13.1: पुनर्जनन और प्रजनन के बीच अंतर

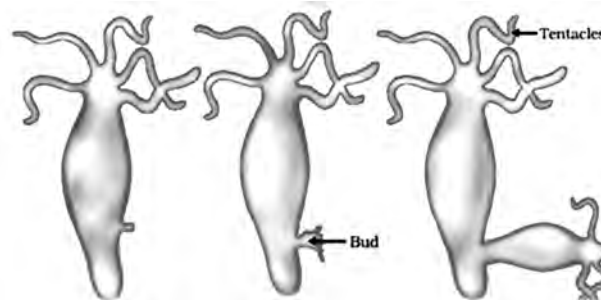
मानदंड	पुनर्जनन	प्रजनन
परिभाषा	किसी जीव का उसके शरीर के एक खंड से विकास।	संतति उत्पन्न करने की प्राकृतिक प्रक्रिया।
विखंडन की निर्भरता	हाँ (जीव अपने शरीर के खंडों से विकसित हो सकते हैं)।	नहीं (जीव आमतौर पर विखंडन पर निर्भर नहीं होते हैं)।

मुकुलन (Budding)

मुकुलन (बडिंग) अलैंगिक प्रजनन का एक रूप है, जिसमें मूल जीव (parent organism) के एक विशेष स्थान पर कोशिका विभाजन के कारण एक बाह्य वृद्धि (out growth) या कलिका (bud) से एक नया जीव विकसित होता है।

हाइड्रा में मुकुलन प्रक्रिया

- ❑ हाइड्रा एक जीव है जो मुकुलन के माध्यम से प्रजनन हेतु पुनर्योजी कोशिकाओं (regenerative cells) का उपयोग करता है।
- ❑ हाइड्रा में एक विशिष्ट स्थान पर अनवरत कोशिका विभाजन के कारण बाह्य वृद्धि के रूप में एक कलिका का उद्भव होता है।
- ❑ ये कलिकाएँ वृद्धि के द्वारा अलग-अलग छोटे जीवों में विकसित हो जाती हैं।
- ❑ परिपक्व होने पर, ये कलिकाएँ मूल जीव से अलग हो कर नए, स्वतंत्र जीवों में बदल जाती हैं।



चित्र 13.5: हाइड्रा में मुकुलन

प्रथम क्लोन स्तनपायी 'डॉली' का विवरण

क्लोनिंग का तात्पर्य किसी कोशिका, किसी विशिष्ट जीवित भाग या संपूर्ण जीव की सटीक प्रतिकृति के उत्पादन से है।

डॉली का जन्म

- डॉली नामक भेड़ को क्लोन किए जाने वाले प्रथम स्तनधारी होने का गौरव प्राप्त है।
- डॉली का जन्म 5 जुलाई, 1996 को हुआ था, जो स्कॉटलैंड के एडिनबर्ग में स्थित रोसलिन इंस्टीट्यूट में इयान विल्मुट और उनकी टीम की एक महत्वपूर्ण उपलब्धि थी।

डॉली की क्लोनिंग प्रक्रिया

- सर्वप्रथम फिन डोरसेटा भेड़ की स्तन ग्रंथि से एक कोशिका निकाली गई।
- इसके साथ ही, स्कॉटिश ब्लैकफेस भेड़ से एक अंडा लिया गया।
- इस अंडे के केंद्रक को निकाल कर फिन डोरसेटा भेड़ की स्तन ग्रंथि की कोशिका के केंद्रक से प्रतिस्थापित किया गया।
- तदुपरांत इस संशोधित अंडे को स्कॉटिश ब्लैकफेस भेड़ में प्रत्यारोपित किया गया।
- अंततः इस अंडे से 'डॉली' विकसित हुई, यद्यपि वह स्कॉटिश ब्लैकफेस भेड़ से पैदा हुई थी, लेकिन आनुवंशिक रूप से वह फिन डोरसेटा भेड़ के समान थी।

**डॉली का महत्त्व और विरासत**

- डॉली ने फिन डोरसेट भेड़ के पूर्ण आनुवंशिक प्रभाव को प्रदर्शित करते हुए स्कॉटिश ब्लैकफेस भेड़ के किसी भी लक्षण का प्रदर्शन नहीं किया।
- डॉली ने अपेक्षाकृत सामान्य जीवन जीते हुए सामान्य प्रजनन तरीकों से संतान उत्पन्न किया।
- दुर्भाग्यवश, फेफड़ों की एक असामान्य बीमारी के कारण 14 फरवरी, 2003 को उसका निधन हो गया।

डॉली के उपरांत क्लोनिंग

- डॉली की सफलता के बाद, अन्य स्तनधारियों के क्लोन बनाने की दिशा में कई प्रयास किए गए।
- हालाँकि, इनमें से कई क्लोन जानवर या तो पूर्ण अवधि तक पहुँचने से पहले या जन्म के तुरंत बाद मर गए।
- विशेष रूप से, कई क्लोनों द्वारा गंभीर असामान्यताएं प्रदर्शित की गयीं, जो क्लोनिंग प्रक्रिया में निहित चुनौतियों और जटिलताओं को दर्शाती हैं।

सूक्ष्मजीवों का उपयोग

सूक्ष्मजीवों की हमारे जीवन में महत्वपूर्ण भूमिका होती है, जो लाभदायक और हानिकारक दोनों होते हैं। लाभप्रद सूक्ष्मजीवों का उपयोग दही, ब्रेड और केक जैसे खाद्य पदार्थों में किया जाता है। जैविक अपशिष्ट को गैर-हानिकारक पदार्थों में परिवर्तित करने के कारण वे पर्यावरण की स्वच्छता में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उनका उपयोग दवा निर्माण में भी किया जाता है। वे नाइट्रोजन स्थिरीकरण के माध्यम से मृदा की उर्वरता भी बढ़ाते हैं।

नोट: सूक्ष्मजीवों का उपयोग एल्कोहल उत्पादन के लिए सदियों से किया जाता रहा है।

दही और ब्रेड का निर्माण

- **लैक्टोबैसिलस** एक लैक्टिक अम्ल जीवाणु है, जो लैक्टिक अम्ल के उत्पादन द्वारा और दूध के पीएच को कम करके दूध को दही में बदल देता है।
- **जीवाणु और खमीर (yeast)**, खाद्य पदार्थों के किण्वन में सहायता करते हैं, यथा इडली और डोसा घोल का किण्वन।
- श्वसन के दौरान यीस्ट द्वारा उत्पादित कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग **बेकिंग उद्योग** में किया जाता है।

सूक्ष्मजीवों का वाणिज्यिक उपयोग

- ❑ एल्कोहल, वाइन और एसिटिक अम्ल के उत्पादन में सूक्ष्मजीव, विशेष रूप से खमीर सहायक होते हैं।
- ❑ खमीर के उपयोग द्वारा शर्करा को एल्कोहल में परिवर्तित करने की प्रक्रिया को किण्वन कहा जाता है।



एडवर्ड जेनर ने चेचक के लिए 1798 में चेचक के टीके की खोज की थी।

सूक्ष्मजीवों का औषधीय उपयोग

- ❑ सूक्ष्मजीवों से प्राप्त प्रतिजैविक का प्रयोग रोग पैदा करने वाले रोगाणुओं से लड़ने हेतु किया जाता है।
- ❑ उदाहरण: स्ट्रेप्टोमाइसिन, टेट्रासाइक्लिन, एरिथ्रोमाइसिन।
- ❑ सूक्ष्मजीवी संक्रमण को रोकने के लिए पशुओं के चारे में प्रतिजैविक मिलाए जाते हैं और पौधों की बीमारियों को नियंत्रित करने के लिए भी इनका उपयोग किया जाता है।



सन् 1929 में अलेक्जेंडर फ्लैमिंग जीवाणु रोगों से बचाव हेतु एक संवर्धन पर प्रयोग कर रहे थे। अचानक उन्होंने संवर्धन तश्तरी पर हरे रंग की फफूँद के छोटे बीजाणु देखे। उन्होंने पाया कि यह फफूँद जीवाणु की वृद्धि को रोकते हैं। यह तथ्य पाया कि बहुत सारे जीवाणु फफूँद द्वारा मारे गए। इस प्रकार फफूँद से 'पेनिसिलिन' बनाई गई।

टीकाकरण (vaccination)

- ❑ टीकाकरण के तहत मृत या कमजोर रोगाणुओं को स्वस्थ शरीर में डाल कर उन रोगाणुओं के खिलाफ शरीर में एंटीबॉडी का उत्पादन किया जाता है।
- ❑ ये एंटीबॉडीज़ कुछ बीमारियों से सुरक्षा प्रदान करते हैं।
- ❑ टीकाकरण से हैजा, तपेदिक, चेचक और हेपेटाइटिस जैसी बीमारियों से बचा जा सकता है।

मृदा की उर्वरता बढ़ाना और पर्यावरण को शुद्ध करना

- ❑ कुछ जीवाणु वायुमंडलीय नाइट्रोजन को मृदा में स्थिर कर, मृदा को समृद्ध और उसकी उर्वरता को बढ़ा सकते हैं; इन जीवाणुओं को जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरणकर्ता के रूप में जाना जाता है।
- ❑ सूक्ष्मजीव पौधों और खाद्य अपशिष्टों को खाद में परिवर्तित करने में सहायता करते हैं।

हानिकारक सूक्ष्मजीव

कई सूक्ष्मजीव लाभदायक होते हैं, वहीं कई हानिकारक होते हैं और मनुष्यों, पादपों तथा जंतुओं में बीमारियाँ पैदा करते हैं। इन रोग पैदा करने वाली इकाइयों को रोगजनक (pathogens) कहा जाता है। तालिका 13.2 देखिए।

तालिका 13.2: सूक्ष्मजीवों के कारण होने वाले कुछ सामान्य मानव रोग

मानव रोग	कारक सूक्ष्मजीव	संचरण का माध्यम	निवारक उपाय (सामान्य)
क्षय रोग	जीवाणु	वायु	मरीज को पूरी तरह से अलग-थलग रखें।
खसरा	विषाणु	वायु	मरीज के निजी सामान को दूसरों से दूर रखें।
चिकन पॉक्स	विषाणु	वायु/संपर्क	उचित उम्र में टीकाकरण कराया जाना चाहिए।
पोलियो	विषाणु	वायु/जल	
हैजा	जीवाणु	जल/भोजन	व्यक्तिगत स्वच्छता और अच्छी स्वच्छता संबंधी आदतें बनाए रखना।
आंत्र ज्वर (टाइफ़ॉइड)	जीवाणु	जल	अच्छी तरह से पका हुआ भोजन और उबला हुआ पेयजल पीना और टीका लगवाना।
हेपेटाइटिस A	विषाणु	जल	उबला हुआ पेयजल पीना। हेपेटाइटिस A का टीका लगवाना।
मलेरिया	प्रोटोजोआ	मच्छर	मच्छरदानी और रिपेलेंट का प्रयोग करना। कीटनाशकों का छिड़काव करना और आस-पास जल जमाव न होने देना ताकि मच्छरों के प्रजनन को नियंत्रित किया जा सके।

मनुष्यों में रोग

- वायु, जल, भोजन या सीधे संपर्क के माध्यम से रोगजनक हमारे तंत्र पर आक्रमण कर सकते हैं।
- जो रोग एक संक्रमित व्यक्ति से स्वस्थ व्यक्ति में फैलते हैं उन्हें **संचारी रोग (Communicable Diseases)** कहा जाता है।
- **उदाहरणस्वरूप:** हैजा, सामान्य सर्दी, चिकन पॉक्स और तपेदिक।
- उदाहरणस्वरूप, सामान्य सर्दी का प्रसार तब होता है, जब किसी संक्रमित व्यक्ति के छींकने से विषाणु युक्त बूंदें वायु में फैल जाती हैं।

कुछ कीट और जंतु इन रोगजनकों के वाहक के रूप में कार्य करते हैं

- घरेलू मक्खियाँ, कचरे और मलमूत्र त्याग के द्वारा रोगजनकों को बिना ढके हुए भोजन में स्थानांतरित कर सकती हैं।
- **‘मादा एनाफिलीज’** मच्छर मलेरिया परजीवी की वाहक होती है।
- **‘मादा एडीज’** मच्छर डेंगू विषाणु की वाहक होती है।

निवारक उपाय

- भोजन को हमेशा ढककर रखना चाहिए और खुले हुए खाद्य पदार्थों का सेवन करने से बचना चाहिए।
- मच्छरों के प्रजनन को रोकने हेतु जल संचय पर रोक लगाना जरूरी है।
- परिवेश को स्वच्छ एवं शुष्क बनाए रखें।



रॉबर्ट कोच (1876) ने जीवाणु (बैसिलस एन्थ्रेसिस) की खोज की जो एंथ्रेक्स रोग का कारण बनता है।

पशुओं में रोग

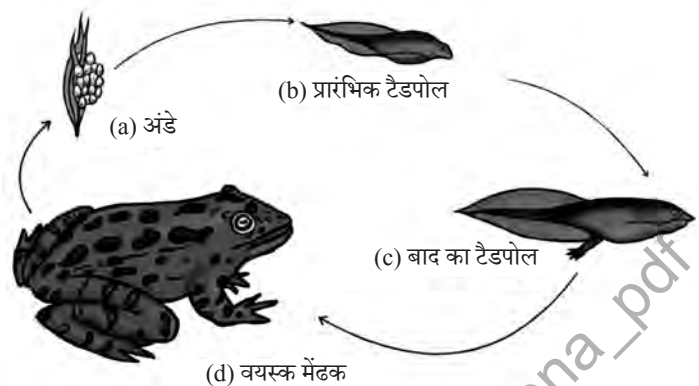
- सूक्ष्मजीव पशुओं में भी रोगों का संचरण करते हैं।
- **एंथ्रेक्स रोग** एक जीवाणु के कारण होता है, जो मनुष्यों और मवेशियों दोनों को प्रभावित करता है।
- मवेशियों में खुरपका और मुखपका रोग विषाणु के कारण होता है।

प्रजनन: जरायुज (Viviparous) और अंडज (Oviparous) प्राणी

- **जरायुज प्राणी:** वे प्राणी जो जीवित बच्चों को जन्म देते हैं। उदाहरणस्वरूप कुत्ते, गाय और बिल्ली जैसे जंतु अंडे नहीं देते बल्कि वे जीवित नवजातों को जन्म देते हैं।
- **अंडज प्राणी:** वे प्राणी जो अंडे देकर प्रजनन करते हैं। कुछ प्राणी, यथा कुछ पक्षी और सरीसृप, अपने शरीर के बाहर अंडे देते हैं। इन अंडों को आसानी से देखा और एकत्र किया जा सकता है।

युवाओं से लेकर वयस्क तक

- नए जीव, चाहे वे पैदा हुए हों या अंडे से निकले हों, वयस्क होने तक वृद्धि करते रहते हैं।
- कुछ प्रजातियों में, बच्चे अपने वयस्क समकक्षों से काफी अलग दिखाई दे सकते हैं।



(d) वयस्क मेंढक

चित्र 13.6: एक मेंढक का जीवन-चक्र

केस स्टडी: एक मेंढक का जीवन चक्र

- **विशिष्ट अवस्थाएँ:** अंडा → टैडपोल (लार्वा) → वयस्क।
- टैडपोल, जो लार्वा अवस्था में होते हैं, वयस्क मेंढकों से काफी अलग दिखते हैं।
- टैडपोल, वयस्क मेंढक बनने के लिए एक परिवर्तन प्रक्रिया से गुजरते हैं। इस परिवर्तन को रूपांतरण (**मेटामॉर्फोसिस**) कहा जाता है।

मनुष्य में रूपांतरण (मेटामॉर्फोसिस)

- कुछ प्राणियों के विपरीत, मनुष्य में बहुत ज़्यादा मेटामॉर्फोसिस नहीं होते।
- जन्म के समय मानव शरीर के जो अंग होते हैं, वे वयस्क अवस्था के समान ही होते हैं और व्यक्ति के परिपक्व होने के साथ-साथ वे बढ़ते और विकसित होते रहते हैं।

जंतुओं में पोषण

जंतु पोषण के तहत, पोषक तत्वों की आवश्यकताएँ, भोजन ग्रहण करने की विधि और शरीर द्वारा इनका उपयोग आदि शामिल किया जाता है।

पाचन

यह जटिल खाद्य घटकों को सरल पदार्थों में परिवर्तित करने को संदर्भित करता है। भोजन के घटक जैसे कार्बोहाइड्रेट एक जटिल पदार्थ हैं। इन जटिल पदार्थों का उपयोग इनके इसी रूप में नहीं किया जा सकता। इसलिए, पाचन की प्रक्रिया में भोजन के जटिल घटक सरल पदार्थों में टूट जाते हैं।

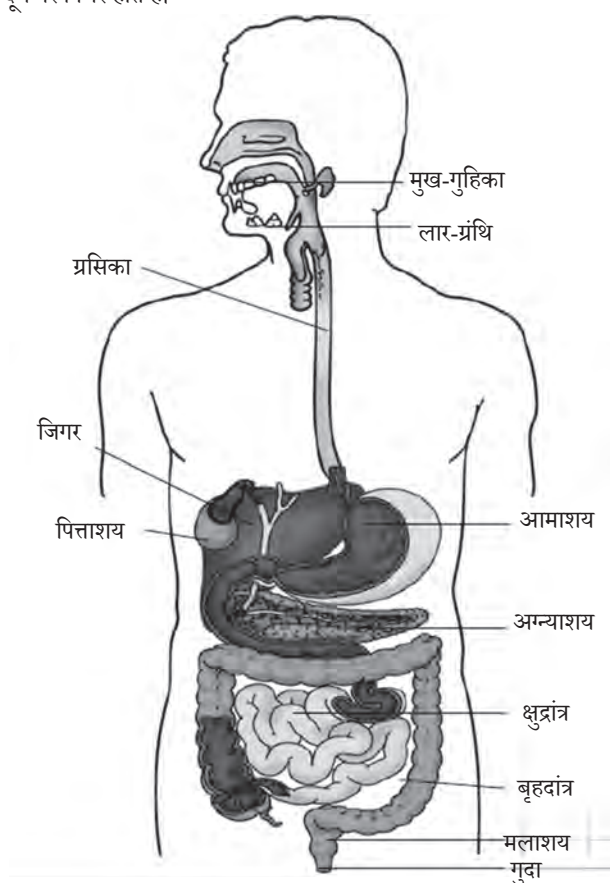
भोजन ग्रहण के विविध तरीके

विभिन्न जीवों में भोजन ग्रहण करने के विभिन्न तरीके होते हैं:

- ❑ मधुमक्खियाँ और हमिंगबर्ड पौधों से रस अवशोषित करते हैं।
- ❑ मानव शिशु और कई अन्य प्राणी माँ के दूध पर निर्भर होते हैं।

विचारणीय बिंदु

स्टारफिश, कैल्शियम कार्बोनेट के कठोर आवरण से आवृत प्राणियों का भक्षण करती है। स्टारफिश उनके खोल को अनावृत कर अपने मुख के माध्यम से अपने उदर को बाहर करती है एवं खोल के नरम जीव का भक्षण करती है। तदुपरांत उदर वापस शरीर में चला जाता है और भोजन का धीरे-धीरे पाचन होता रहता है। कैल्शियम कार्बोनेट के कठोर आवरण से आवृत प्राणियों का भक्षण करती है। स्टारफिश उनके खोल को अनावृत कर अपने मुख के माध्यम से अपने उदर को बाहर करती है एवं खोल के नरम जीव का भक्षण करती है। तदुपरांत उदर वापस शरीर में चला जाता है और भोजन का धीरे-धीरे पाचन होता रहता है।



चित्र 13.7: मानव पाचन तंत्र

- ❑ अजगर जैसे शिकारी अपने शिकार को पूरा निगल कर खाते हैं।
- ❑ कुछ जलीय प्रजातियाँ अपने आस-पास के जल से सूक्ष्म खाद्य कणों को छानकर ग्रहण करती हैं।

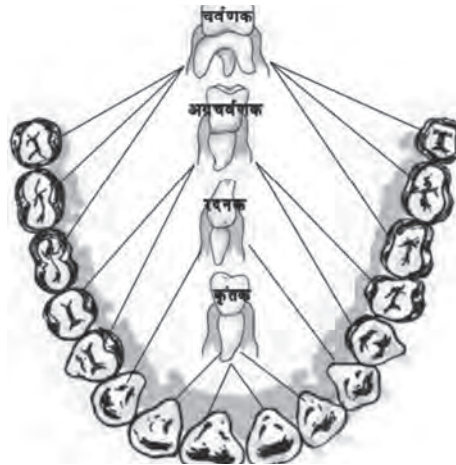
मानव पाचन तंत्र

- ❑ मानव पोषण में भोजन ग्रहण, उसका विघटन और उपयोग शामिल होता है, जिसमें जटिल खाद्य घटकों को सरल पदार्थों में तोड़ने की प्रक्रिया शामिल है।

- शरीर के अंदर, भोजन एक सतत नलिका से होकर गुजरता है जो मुख गुहा से शुरू होकर गुदा पर समाप्त होती है।
- **नाल या आहार नाल:** आहार नाल को विभिन्न भागों में विभाजित किया जा सकता है: (1) मुख गुहा, (2) भोजन नली या ग्रासनली, (3) आमाशय, (4) क्षुद्रांत्र (छोटी आंत्र) (5) बृहदांत्र (बड़ी आंत्र) जो मलाशय से जुड़ी होती है तथा (6) मलद्वार अथवा गुदा।

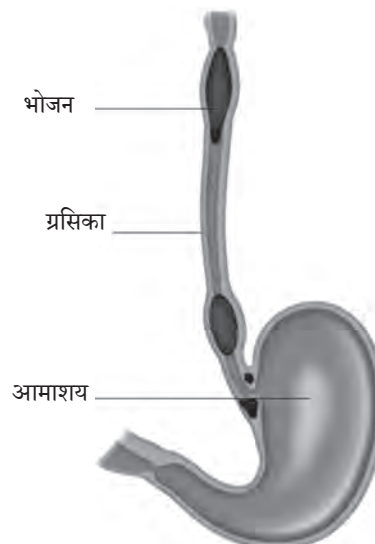
आइए इन सभी भागों पर विस्तार से चर्चा करें

- **मुख-गुहिका (मुँह):** भोजन को अंदर लेने की प्रक्रिया अंतर्ग्रहण कहलाती है। भोजन को दाँतों से चबाया और यांत्रिक रूप से तोड़ा जाता है। जिह्वा भोजन को मिश्रित करने, स्वाद लेने और निगलने में सहायता करती है।



चित्र 13.8: दाँतों की व्यवस्था तथा विभिन्न प्रकार के दाँत

- **ग्रासनली (ग्रसिका):** निगला हुआ भोजन ग्रासनली (जो मुख को पेट से जोड़ता है) से होकर नीचे चला जाता है।



चित्र 13.9: आहार नली की ग्रसिका(ग्रासनली) में भोजन की गति

- **आमाशय:** यह एक J-आकार की थैली है, जो ग्रासनली से भोजन प्राप्त करती है। आंतरिक परत म्यूकस, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और पाचन रस का स्राव करती है। ये स्राव प्रोटीन के विखंडन में मदद करते हैं।

अतिसार (डायरिया)

अतिसार में बार-बार जल जैसे मल की शिकायत होती है, जो संक्रमण, भोजन विषाक्तता या अपच के कारण हो सकता है। यह भारत, विशेष रूप से बच्चों में, एक प्रचलित बीमारी है, जो जल और लवणों की अत्यधिक कमी के कारण जानलेवा भी हो सकती है। इस पर तत्काल ध्यान देना बहुत ज़रूरी है। चिकित्सकीय सलाह लेने से पहले, प्रभावित व्यक्ति को (जीवन रक्षक घोल) पीना चाहिए, जिसमें उबालकर ठंडा किये गए जल में चुटकी भर नमक और चीनी मिश्रित की जाती है।

आमाशय कार्यप्रणाली की खोज

आकस्मिक खोज:

- 1822 में, एलेक्सिस सेंट मार्टिन को एक गोली लगी, जिससे उसके सीने और पेट में एक सुराख हो गया।
- अमेरिकी सेना के एक डॉक्टर विलियम ब्यूमोंट द्वारा उनका इलाज कर उन्हें बचा लिया गया लेकिन पेट के छेद को पूरी तरह से बंद नहीं करने में वे असफल रहे।

ब्यूमोंट के अवलोकन:

- ब्यूमोंट ने इस अनैच्छिक सुराख का अवसर के रूप में उपयोग करते हुए, मानव शरीर के आमाशय की कार्यप्रणाली के बारे में अध्ययन किया।
- उन्होंने पाया कि आमाशय में भोजन का मंथन होता है।
- उन्होंने पाया कि आमाशय की भित्ति द्वारा एक तरल पाचन पदार्थ स्रावित की जाती है।
- उन्होंने पहचाना कि पाचन प्रक्रिया पूरी होने के बाद ही उदर अपनी सामग्री को आंत में स्थानांतरित करता है।

- छोटी आंत (क्षुद्रांत):** यह एक कुंडलित, 7.5 मीटर लम्बी संरचना है, जो यकृत और अग्न्याशय से स्राव प्राप्त करती है। यह पित्त रस का स्राव करती है जो पित्ताशय नामक थैली में जमा होता है और वसा के पाचन में सहायता करता है। अग्न्याशय द्वारा अग्न्याशयी रस का संश्लेषण किया जाता है जो कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन के पाचन का कार्य करता है। यहाँ पाचन की अंतिम प्रक्रिया संपादित होती है, जो कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन को सरल रूपों में तोड़ता है। पचा हुआ भोजन छोटी आंत की भित्तियों पर मौजूद सूक्ष्म तंतुओं (villi) द्वारा अवशोषित किया जाता है। इस प्रक्रिया को **अवशोषण** कहा जाता है। अवशोषित पोषक तत्वों का उपयोग जब शरीर द्वारा किया जाता है तो इस प्रक्रिया को **स्वांगीकरण (Assimilation)** कहा जाता है।
- बड़ी आंत:** यह छोटी आंत से छोटी (1.5 मीटर) लेकिन उससे ज्यादा चौड़ी होती है। इसका मुख्य कार्य अपचित भोजन से जल और लवण को अवशोषित करना है। अपशिष्ट को मलाशय में अर्द्ध-ठोस मल के रूप में संगृहीत किया जाता है और समय-समय पर गुदा के माध्यम से उत्सर्जित किया जाता है, इस प्रक्रिया को उत्सर्जन (Egestion) के रूप में जाना जाता है।

यीस्ट: एककोशिकीय जीव होते हैं जो अवायवीय (Anaerobically) रूप से श्वसन करते हैं और इस प्रक्रिया के दौरान एल्कोहल उत्पन्न करते हैं। इसलिए, इनका उपयोग वाइन और बीयर बनाने के लिए किया जाता है।

श्वसन

श्वसन एक रासायनिक प्रक्रिया है जिसका उपयोग सजीव भोजन से ऊर्जा मुक्त करने हेतु करते हैं।

श्वसन की आवश्यकता

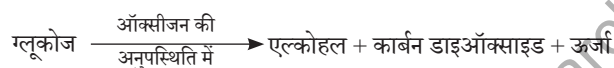
- सभी जीव कोशिकाओं से निर्मित होते हैं और जिन्हें कार्य करने हेतु ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
- यह ऊर्जा भोजन से प्राप्त होती है, जो श्वसन के दौरान अपनी संगृहीत ऊर्जा को मुक्त करती है।
- श्वसन द्वारा प्राप्त होने वाला ऑक्सीजन कोशिकाओं में भोजन के विखंडन में सहायता करता है। इस प्रक्रिया को **कोशिकीय श्वसन** कहा जाता है।

श्वसन के प्रकार

- कोशिकीय श्वसन:** कोशिका में भोजन के विखंडन और ऊर्जा निर्मुक्त करने की प्रक्रिया को कोशिकीय श्वसन कहते हैं। कोशिकीय श्वसन सभी जीवों की कोशिकाओं में होता है।
- वायवीय श्वसन:** इसमें ऑक्सीजन के उपयोग द्वारा भोजन (ग्लूकोज) को कार्बन डाइऑक्साइड और जल में विघटित किया जाता है। जब ऑक्सीजन के उपयोग द्वारा ग्लूकोज का विखंडन होता है तो इसे वायवीय श्वसन कहते हैं।



- अवायवीय श्वसन:** ऑक्सीजन का उपयोग किए बिना जब भोजन विघटित होता है तो इसे अवायवीय श्वसन कहते हैं एवं इसके साथ ही भोजन के विघटन से ऊर्जा भी निर्मुक्त होती है। यीस्ट जैसे कुछ जीव अवायवीय श्वसन के माध्यम से ऑक्सीजन के बिना भी कार्य कर सकते हैं। ग्लूकोज इस प्रक्रिया में एल्कोहल और कार्बन डाइऑक्साइड में विघटित हो जाता है।



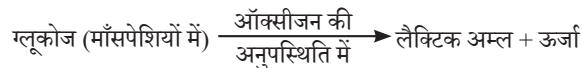
विचारणीय बिंदु

कोशिकीय श्वसन ATP अणुओं के उत्पादन के लिए महत्वपूर्ण होता है जो कोशिकाओं को ऊर्जा प्रदान करते हैं। अधिक ऊँचाई पर जहाँ ऑक्सीजन की मात्रा कम होती है, वहाँ मानव को विभिन्न आनुवंशिक और शारीरिक अनुकूलन से गुजरना पड़ता है। ऐसे अनुकूलनों के बारे में विचार कीजिये, जिन्होंने अफ्रीका के घास के मैदानों में विकसित हुए मनुष्यों के लिए एंडीज और हिमालय जैसे क्षेत्रों में निवास करना संभव बनाया।



अवायवीय श्वसन के उदाहरण

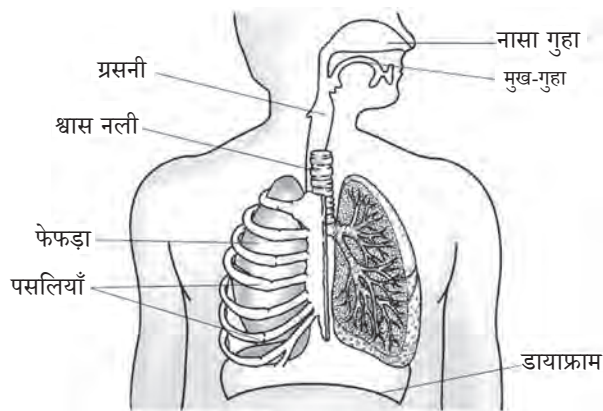
- ❑ यीस्ट जैसे जीव जो वायु के बिना जीवित रह सकते हैं, अवायवीय जीव कहलाते हैं।
- ❑ ऑक्सीजन की सीमित आपूर्ति के समय, मनुष्यों में माँसपेशियों की कोशिकाएँ भारी व्यायाम जैसी गतिविधियों के दौरान, अस्थायी रूप से अवायवीय श्वसन भी करती हैं।
- ❑ भारी व्यायाम, माँसपेशियों की कोशिकाओं को अवायवीय रूप से श्वसन करने के लिए प्रेरित करता है, जिससे लैक्टिक अम्ल का उत्पादन होता है।



- ❑ माँसपेशियों में लैक्टिक अम्ल के संगृहीत होने से ऐंठन (cramps) होती है। गर्म पानी से नहाने या मालिश से इस ऐंठन से राहत मिल सकती है, क्योंकि इससे रक्त संचार बढ़ता है, जिससे माँसपेशियों को ज्यादा ऑक्सीजन प्राप्त होता है। इससे लैक्टिक अम्ल को कार्बन डाइऑक्साइड और जल में विखंडित करने में मदद मिलती है।

मनुष्यों में श्वासोच्छ्वास

- ❑ श्वासोच्छ्वास ऑक्सीजन युक्त वायु को अंदर लेने और श्वसन अंगों का उपयोग करके कार्बन डाइऑक्साइड युक्त वायु को बाहर निकालने की क्रिया है।
- ❑ ऑक्सीजन युक्त वायु को अंदर लेने की प्रक्रिया को **अंतः श्वसन (Inhalation)** कहा जाता है, जबकि कार्बन डाइऑक्साइड युक्त वायु को बाहर निकालने को **उच्छ्वसन या उच्छ्वास (Exhalation)** कहा जाता है।
- ❑ श्वासोच्छ्वास की प्रक्रिया निरंतर होती रहती है, जो जीवों के जीवन के लिए महत्वपूर्ण होती है।
- ❑ एक श्वासोच्छ्वास में एक बार साँस अंदर लेना और उसके बाद एक बार साँस छोड़ना शामिल होता है।
- ❑ श्वसन दर एक मिनट में ली गई साँसों की संख्या को संदर्भित करती है।



चित्र 13.10: मानव श्वसन तंत्र

श्वासोच्छ्वास की क्रियाविधि

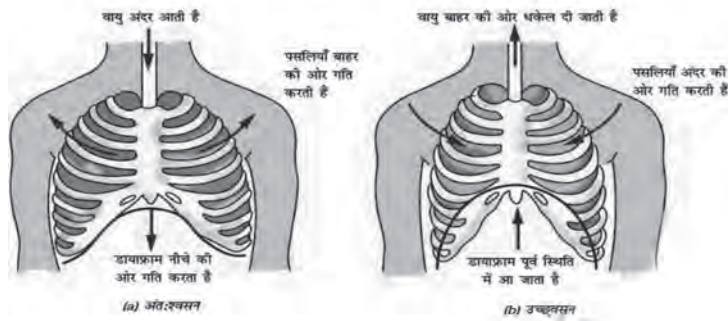
- ❑ जब नाक द्वारा वायु अंदर ली जाती है, तब श्वासोच्छ्वास की प्रक्रिया शुरू होती है।
- ❑ यह वायु, नाक से नासाद्वार में जाती है फिर श्वास नली के माध्यम से फेफड़ों में चली जाती है।
- ❑ फेफड़े, पसलियों से घिरे वक्षगुहा में स्थित होते हैं जिसके नीचे डायाफ्राम माँसपेशी अवस्थित होती है।
- ❑ श्वास लेने की क्रिया में पसलियाँ ऊपर और बाहर की ओर संचलन करती हैं तथा डायाफ्राम नीचे की ओर संचलन करता है, जिससे वक्षगुहा में फैलाव होता है और फेफड़ों में वायु भर जाती है।

विचारणीय बिंदु

हमारे आस-पास की वायु में कई तरह के अवांछित कण होते हैं, जैसे धुआँ, धूल, पराग कण आदि। जब हम साँस लेते हैं, तो ये कण हमारी नाक की गुहा में उपस्थित रोएँ में फँस जाते हैं। हालाँकि, कभी-कभी ये कण नाक की गुहा में उपस्थित बालों से आगे बढ़ जाते हैं, जिससे गुहा की परत में खुजली होने से हमें छींक आती है। छींकने से साँस के साथ अंदर ली गई वायु से ये बाह्य कण बाहर निकल जाते हैं और धूल रहित, स्वच्छ वायु हमारे शरीर में प्रवेश करती है।



- साँस छोड़ने के दौरान यह स्थिति विपरीत हो जाती है: पसलियाँ नीचे और अंदर की ओर जाती हैं एवं डायाफ्राम ऊपर की ओर उठता है, जिससे वक्ष गुहा सिकुड़ जाती है और फेफड़ों से वायु बाहर निकल जाती है।



चित्र 13.11: मानव में श्वसन की क्रियाविधि

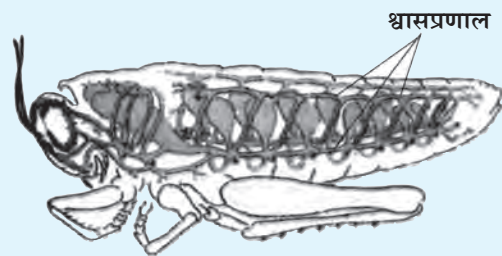
विभिन्न प्राणियों में श्वासोच्छ्वास क्रियाविधि

स्थलीय प्राणियों में श्वासोच्छ्वास

मनुष्यों की तरह हाथी, शेर, गाय, बकरी, मेंढक, छिपकली, सांप और पक्षियों जैसे प्राणियों के वक्ष में श्वसन हेतु फेफड़े पाए जाते हैं।

कीट श्वसन: कॉकोरोच

- कई कीटों की तरह कॉकोरोच में भी छोटे-छोटे छिद्र होते हैं जिन्हें श्वास रन्ध्र (स्पाइरैकल) कहा जाता है।
- इनके अन्दर वायु नलिकाओं का एक जाल होता है, जिसे श्वासप्रणाल या वातक (ट्रैकिया) कहते हैं, वो केवल कीटों में ही पाया जाता है।
- ऑक्सीजन समृद्ध वायु, स्पाइरैकलस के माध्यम से प्रवेश कर श्वास नलिकाओं से होकर गुजरती और शरीर के ऊतकों में फैल कर प्रत्येक कोशिका तक पहुँचती है।
- इसके विपरीत, कोशिकाओं से कार्बन डाइऑक्साइड श्वास नलिकाओं में जाती है और स्पाइरैकलस के माध्यम से बाहर निकल जाती है।



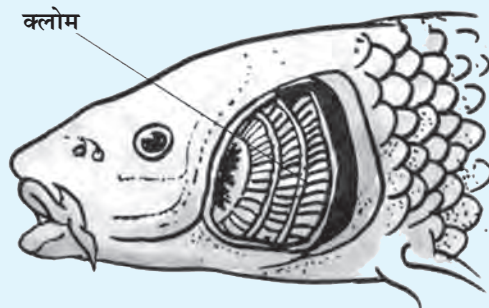
चित्र 13.12: श्वासप्रणाल तंत्र

केंचुए में श्वसन

- केंचुए अपनी त्वचा के ज़रिए श्वसन करते हैं।
- उनकी त्वचा नम और चिपचिपी होती है जिससे गैस का आदान-प्रदान संभव हो पाता है।
- इसी प्रकार, जहाँ मेंढकों में श्वसन के लिए फेफड़े होते हैं वहीं उनकी नम और चिपचिपी त्वचा भी उन्हें श्वसन में मदद करती है।

जलीय श्वसन: जल के अंदर श्वासोच्छ्वास

- हालाँकि मनुष्य जल के अंदर साँस लेने में अक्षम होते हैं लेकिन कई जलीय जीवों द्वारा जल के अंदर श्वसन हेतु तंत्र को अनुकूलित किया गया है।
- उदाहरणस्वरूप, मछलियाँ जल में घुली ऑक्सीजन को ग्रहण करने के लिए गलफड़ों का उपयोग करती हैं।
- गलफड़े, जो त्वचा के उभार होते हैं, गैस विनिमय के संपादन हेतु रक्त वाहिकाओं से समृद्ध होते हैं।



चित्र 13.13: मछलियों में श्वसन अंग

मानव परिसंचरण तंत्र

मानव परिसंचरण तंत्र रक्त वाहिकाओं का एक जाल है जो पूरे शरीर में रक्त, पोषक तत्व और ऑक्सीजन ले जाता है।

रक्त

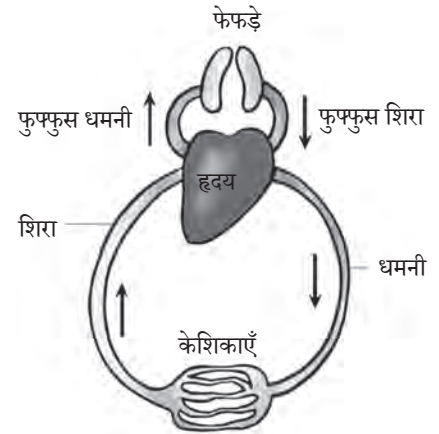
रक्त, वाहिकाओं में प्रवाहित होने वाला महत्वपूर्ण तरल पदार्थ है जो निम्नलिखित के परिवहन हेतु उत्तरदायी होता है:

- छोटी आंत से पचा हुआ भोजन।

- फेफड़ों से कोशिकाओं तक ऑक्सीजन।
- शरीर से अपशिष्ट को बाहर निकालना।

रक्त के घटक

- प्लाज्मा (Plasma):** वह तरल पदार्थ जिसमें कोशिकाएँ निलंबित रहती हैं।
- लाल रक्त कोशिकाएँ (RBC):** RBC में हीमोग्लोबिन उपस्थित होता है, जो ऑक्सीजन से बंध कर उसका परिवहन करता है। हीमोग्लोबिन ऑक्सीजन से बांध कर उसे शरीर के सभी भागों और अंततः सभी कोशिकाओं तक पहुँच है। हीमोग्लोबिन के कारण ही रक्त का रंग लाल रंग होता है।
- श्वेत रक्त कोशिकाएँ (WBC):** WBC रोगाणुओं से शरीर की रक्षा करती हैं।
- प्लेटलेट्स (Platelets):** प्लेटलेट्स थक्का बनाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जिससे चोट लगने पर अत्यधिक रक्तस्राव को रोका जा सकता है।
- रक्त वाहिकाएँ (Blood vessels)** शरीर में विभिन्न प्रकार की रक्त वाहिकाएँ होती हैं, जो रक्त संचरण हेतु मार्ग प्रदान करती हैं।
- धमनियाँ (Arteries):** ये हृदय से शरीर तक ऑक्सीजन युक्त रक्त ले जाती हैं। रक्त के उच्च दबाव प्रवाह के कारण उनकी दीवारें मोटी और लचीली होती हैं।
- शिराएँ (Veins):** वे कार्बन डाइऑक्साइड युक्त रक्त को हृदय में वापस ले जाती हैं। एक-दिशात्मक प्रवाह सुनिश्चित करने के लिए उनकी दीवारें पतली और वाल्व से युक्त होती हैं।
- केशिकाएँ (Capillaries):** ये छोटी वाहिकाएँ होती हैं जहाँ धमनियाँ और शिराएँ जुड़ती हैं, जिससे कोशिकाओं के साथ पदार्थों का आदान-प्रदान होता है।



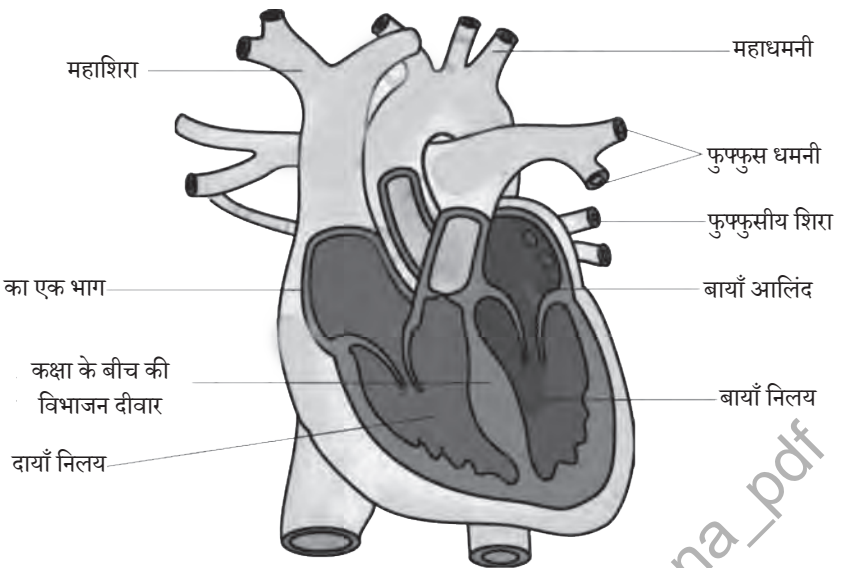
चित्र 13.14: मानव परिसंचरण तंत्र का आरेख

हृदय

- यह वक्ष गुहा में स्थित होता है और लगभग मुट्ठी के आकार का होता है।
- इसमें चार कक्ष होते हैं: दो आलिन्द (ऊपरी) और दो निलय (निचले) जो ऑक्सीजन युक्त और कार्बन डाइऑक्साइड युक्त रक्त के मिश्रण को रोकते हैं।
- हृदय की माँसपेशियों की दीवारें लयबद्ध रूप से सिकुड़ती और फैलती हैं, जिससे हृदय की धड़कन उत्पन्न होती है।
- हृदय का कार्य पूरे शरीर में रक्त का निरंतर संचार सुनिश्चित करना तथा महत्वपूर्ण पदार्थों का परिवहन करना है।

हृदय की धड़कन और स्पंदन

- हृदय की धड़कन, हृदय के कक्षों का लयबद्ध संकुचन और शिथिलन है।
- हृदय की धड़कन को छाती के बायीं ओर महसूस किया जा सकता है तथा स्टेथोस्कोप जैसे उपकरणों का उपयोग करके सुना जा सकता है।
- प्रत्येक धड़कन धमनियों में एक स्पंदन उत्पन्न करती है और स्पंदन की दर हृदय गति को दर्शाती है। दोनों का आपस में सीधा संबंध है।



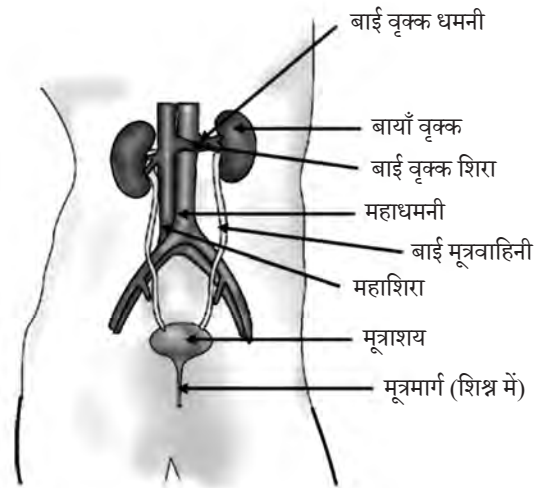
चित्र 13.15: मानव हृदय की काट-चित्र

उत्सर्जन

- उत्सर्जन जीवित जीवों की कोशिकाओं में उत्पादित अपशिष्ट उत्पादों को हटाने की प्रक्रिया है।
- ये अपशिष्ट विषाक्त होते हैं, जिन्हें शरीर से बाहर निकालना आवश्यक होता है।
- उत्सर्जन में शामिल अंग और हिस्से सामूहिक रूप से उत्सर्जन तंत्र का निर्माण करते हैं।

मानव उत्सर्जन तंत्र

- मानव शरीर, एक जटिल और गहन प्रणाली है, जो लगातार अपशिष्ट उत्पन्न करती है।
- इस अपशिष्ट को कुशलतापूर्वक प्रबंधित करना स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण है और इसी के मद्देनजर उत्सर्जन प्रणाली काम आती है।
- वृक्क (Kidney):** शरीर में समान के आकर के दो वृक्क होती हैं, जो रक्त से अपशिष्ट का निस्संदन (छान कर साफ़ करना) करते हैं। इन अंगों द्वारा यथोचित तरीके से यह सुनिश्चित किया जाता है कि केवल अपशिष्ट का ही बाहर उत्सर्जन हो तथा आवश्यक तत्व शरीर में ही बने रहें। वृक्क में प्रत्येक केशिका समूह एक कुंडलित नली के कप के आकार वाले सिरे से जुड़ा होता है, जिसे **बोमन कैप्सूल** कहा जाता है, जो निस्संद को एकत्रित करता है। प्रत्येक वृक्क में बड़ी संख्या में ये निस्संदन इकाइयाँ होती हैं जिन्हें **नेफ्रॉन** कहा जाता है जो एक-दूसरे के काफी करीब स्थित होती हैं। प्रारंभिक निस्संदन में जब मूत्र, नली में प्रवाहित होता है तो कुछ पदार्थ, जैसे ग्लूकोज, अमीनो अम्ल, लवण और जल की एक बड़ी मात्रा चयनित रूप से पुनः अवशोषित हो जाती है। इस पुनः अवशोषित जल की मात्रा इस बात पर निर्भर करती है कि शरीर में कितना अतिरिक्त जल है तथा कितने घुलित अपशिष्ट को बाहर निकालना है।



चित्र 13.16: मानव उत्सर्जन तंत्र

डायलिसिस

कभी-कभी किसी व्यक्ति की किडनी संक्रमण या चोट के कारण कार्य करना बंद कर सकती है। किडनी फेल होने के परिणामस्वरूप, रक्त में अपशिष्ट पदार्थ संगृहीत होने लगते हैं। ऐसे व्यक्ति का जीवित रहना संभव नहीं, जब तक कि उसके रक्त को समय-समय पर कृत्रिम वृक्क या किडनी के माध्यम से फ़िल्टर न किया जाए। इस प्रक्रिया को **डायलिसिस** कहा जाता है।

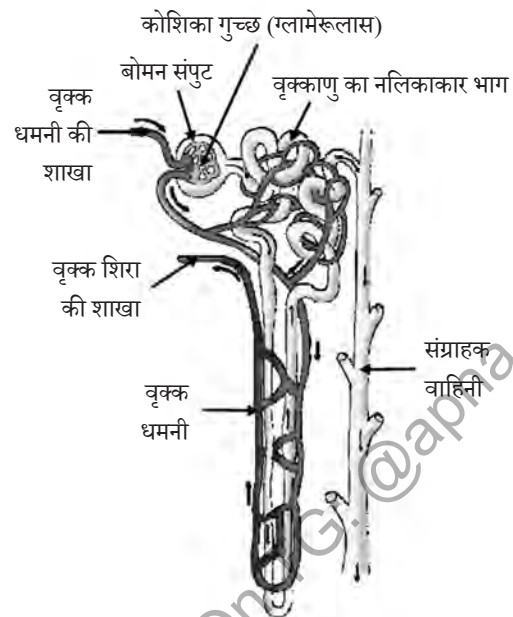
- मूत्रवाहिनी (Ureters):** मूत्रवाहिनी परिवहन चैनल के रूप में कार्य करती है तथा फ़िल्टर किए गए अपशिष्ट को, जिसे अब मूत्र कहा जाता है, किडनी से मूत्राशय तक ले जाती है।
- मूत्राशय (Urinary Bladder):** मूत्राशय एक संग्रह के रूप में कार्य करता है जो मूत्र को संगृहीत करता है और संकेत देता है कि कब उत्सर्जन आवश्यक है।
- मूत्रमार्ग (urethra):** मूत्रमार्ग उत्सर्जन तंत्र का वह अंतिम मार्ग है जिसके माध्यम से मूत्र शरीर से बाहर उत्सर्जित होता है।
- अपशिष्ट संघटन (waste composition):** मूत्र में मुख्य रूप से 95% जल होता है एवं शेष 5% में यूरिया और अन्य अपशिष्ट पदार्थ होते हैं। यह ध्यान देने योग्य बात है कि एक औसत वयस्क प्रतिदिन लगभग 1-1.8 लीटर मूत्र उत्सर्जित करता है।
- अतिरिक्त उत्सर्जन तंत्र:** शरीर मूत्र के अलावा, **पसीने के माध्यम से** भी अपशिष्ट को बाहर निकालता है जो जल और लवणों का मिश्रण होता है। इन लवणों के कारण ही पसीने के उपरांत कपड़ों पर सफेद निशान पड़ जाते हैं।

लैंगिक प्रजनन

- लैंगिक प्रजनन, प्रजनन का वह तरीका है जिसमें दो व्यष्टियों (नर और मादा) की भागीदारी की आवश्यकता होती है ताकि नई पीढ़ी और आबादी का सृजन किया जा सके। इससे प्रजातियों की उत्तरजीविता में वृद्धि होती है।
- अलैंगिक प्रजनन में विभिन्नताएँ उत्पन्न करने संबंधी सीमाएँ भी होती हैं।

विभिन्नताओं का सृजन

- डीएनए प्रतिकृति हमेशा सटीक नहीं होती, जिसके कारण भिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं।
- उनकी सटीकता के बावजूद, डीएनए-प्रतिकृति तंत्र के कारण मंद गति से विभिन्नता उत्पन्न होती है।



चित्र 13.17: एक वृक्काणु की रचना

- दो अलग-अलग व्यष्टियों (Individuals) की विभिन्नताओं को मिलाने से नए संयोजन का निर्माण होता है।
- लैंगिक प्रजनन में दो व्यष्टियों के डीएनए का विलय होता है, जिससे विभिन्नता उत्पन्न होती है।

लैंगिक प्रजनन में चुनौतियाँ और समाधान

- लैंगिक प्रजनन में एक चुनौती यह है कि प्रत्येक पीढ़ी के साथ डीएनए की संख्या दुगुनी हो जाती है। इससे डीएनए द्वारा कोशिकीय नियंत्रण बाधित हो सकता है।
- **समाधान:** अनेक बहुकोशिकीय जीवों के कुछ अंगों में विशेष कोशिका वंशावलीयाँ (special cell lineages) होती हैं, जिनमें गैर-प्रजनन कोशिकाओं की तुलना में गुणसूत्र और डीएनए आधे होते हैं। इसे **अर्द्धसूत्री विभाजन (meiosis)** की प्रक्रिया के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। जब दो व्यष्टियों की जनन कोशिकाएँ (germ cells) आपस में मिलती हैं तो वे नई पीढ़ी हेतु गुणसूत्र और डीएनए सामग्री को पुनः स्थापित करती हैं।

विचारणीय बिंदु

प्राणियों के शरीर से अपशिष्ट रसायन किस प्रकार उत्सर्जित होंगे, यह स्थिति जल की उपलब्धता पर निर्भर करती है। मछली जैसे जलीय प्राणी, कोशिकीय अपशिष्ट को अमोनिया के रूप में उत्सर्जित करते हैं जो सीधे जल में घुल जाता है। कुछ स्थलीय प्राणी यथा पक्षी, छिपकलियाँ, साँप एक अर्द्ध-ठोस, सफ़ेद रंग का यौगिक (यूरिक अम्ल) उत्सर्जित करते हैं। मनुष्यों में प्रमुख उत्सर्जक उत्पाद यूरिया होता है।



जनन-कोशिका विशिष्टता

- सरल जीवों में, जनन कोशिकाएँ समान या थोड़ी भिन्न हो सकती हैं।
- जटिल जीवों में, जनन-कोशिकाएँ विशिष्ट होती हैं। एक बड़ी जनन कोशिका होती है जिसमें खाद्य भंडार (मादा युग्मक) होते हैं। दूसरी जनन कोशिका छोटी और गतिशील (नर युग्मक) होती है। इन विशिष्टताओं के कारण नर और मादा प्रजनन अंगों में अंतर होता है और कभी-कभी नर और मादा जीवों के शरीर में भी अंतर होता है।

मनुष्य में प्रजनन

- मनुष्यों में लैंगिक प्रजनन एक ऐसी विधा है जिसमें दो व्यक्ति (नर और मादा) मिलकर एक नई पीढ़ी का निर्माण करते हैं।

किशोरावस्था में विकास और परिवर्तन

- मनुष्य विकास के विभिन्न चरणों से होकर गुजरता है, जिसमें लंबाई में वृद्धि से लेकर शारीरिक विशेषताओं में परिवर्तन शामिल हैं।
- हालाँकि, किशोरावस्था के शुरुआती वर्षों में, ऐसे परिवर्तन होते हैं जो केवल शरीर के आकार में वृद्धि से संबंधित नहीं होते हैं।
- इस दौरान लड़के और लड़कियाँ दोनों ही, शरीर के नए भागों यथा **बगल (armpit)** और **जननांग (genital)** के हिस्सों में घने बालों का विकास, पैरों, हाथों और चेहरे पर पतले बालों की उपस्थिति, तैलीय त्वचा और मुखासे का अनुभव करते हैं।
- लिंग-विशिष्ट परिवर्तनों में स्तन के आकार में वृद्धि, स्तनाग्र की त्वचा का काला पड़ना और लड़कियों के लिए मासिक(रजोधर्म) धर्म की शुरुआत शामिल है, जबकि लड़कों के चेहरे पर बाल आना, आवाज का भारी होना और लिंग में समय-समय पर तनाव आना शामिल है।
- किशोरावस्था के दौरान होने वाले परिवर्तन, व्यक्तियों में समय निर्धारण और गतिक्रम के संदर्भ में भिन्न-भिन्न होते हैं।

क्या आपने टेस्ट ट्यूब बेबी के बारे में सुना है?

कुछ महिलाओं में डिंब वाहिनी अवरुद्ध होती है जिसके कारण ऐसी महिलाएँ बच्चे पैदा करने में असमर्थ होती हैं क्योंकि शुक्राणु निषेचन हेतु अंडे तक नहीं पहुँच पाते हैं। ऐसे मामलों में, चिकित्सक हाल ही में निर्मुक्त अंडे और शुक्राणुओं को लेते हैं और उन्हें आईवीएफ या इन विट्रो फर्टिलाइजेशन (शरीर के बाहर निषेचन) हेतु कुछ घंटों के लिए एक-साथ रखते हैं। अगर निषेचन सफल होता है, तो युग्मनज (zygote) को लगभग एक सप्ताह तक विकसित होने दिया जाता है और फिर उसे माँ के गर्भाशय में प्रत्यारोपित कर दिया जाता है। गर्भाशय में भ्रूण का पूर्ण विकास होता है और नवजात किसी अन्य बच्चे की तरह ही जन्म लेता है। इस तकनीक से पैदा होने वाले बच्चों को टेस्ट-ट्यूब बेबी कहा जाता है। यह शब्द वास्तव में भ्रामक है क्योंकि बच्चे टेस्ट-ट्यूब में विकसित नहीं हो सकते हैं।

यौन परिपक्वता का उद्देश्य और प्रक्रिया

- यौन परिपक्वता शरीर को प्रजनन हेतु तैयार करती है। यौन प्रजनन हेतु जनन कोशिकाओं का निर्माण एक विशेष कार्य है।
- जब शरीर का आकार बढ़कर वयस्क में परिवर्तित हो जाता है तब शरीर की ऊर्जा शारीरिक विकास पर केंद्रित होती है। जब यह विकास धीमा हो जाता है, तो प्रजनन ऊतक परिपक्व हो जाते हैं।
- किशोरावस्था की वह अवधि जब प्रजनन ऊतक परिपक्व होते हैं, उसे यौवन कहा जाता है।

प्रजनन में यौन परिपक्वता का महत्व

- लैंगिक प्रजनन के लिए, दो व्यक्तियों की जनन कोशिकाओं का आपस में मिलना आवश्यक है। यौवन के दौरान कई बदलाव यथा नए बाल उगना आदि यौन परिपक्वता के संकेत हैं।

- दो लोगों के मध्य जनन-कोशिकाओं के स्थानांतरण हेतु आवश्यक यौन क्रिया के लिए विशेष अंगों की आवश्यकता होती है, यथा जब लिंग में तनाव आने की क्षमता आ जाती है। मनुष्यों सहित स्तनधारियों में, शिशु का पालन-पोषण माँ के शरीर के अंदर होता है और बाद में उसे स्तनपान कराया जाता है, जिससे मादा प्रजनन अंगों और स्तनों की परिपक्वता आवश्यक हो जाती है।

क्या आपने टेस्ट ट्यूब बेबी के बारे में सुना है?

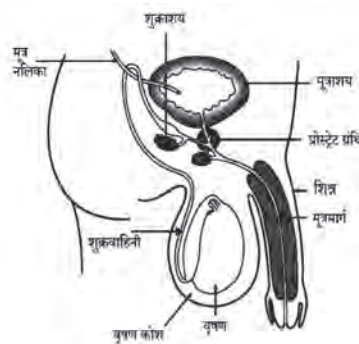
कुछ महिलाओं में डिंब वाहिनी अवरुद्ध होती है जिसके कारण ऐसी महिलाएँ बच्चे पैदा करने में असमर्थ होती हैं क्योंकि शुक्राणु निषेचन हेतु अंडे तक नहीं पहुँच पाते हैं। ऐसे मामलों में, चिकित्सक हाल ही में निर्मुक्त अंडे और शुक्राणुओं को लेते हैं और उन्हें आईवीएफ या इन विट्रो फर्टिलाइजेशन (शरीर के बाहर निषेचन) हेतु कुछ घंटों के लिए एक-साथ रखते हैं। अगर निषेचन सफल होता है, तो युग्मनज (zygote) को लगभग एक सप्ताह तक विकसित होने दिया जाता है और फिर उसे माँ के गर्भाशय में प्रत्यारोपित कर दिया जाता है। गर्भाशय में भ्रूण का पूर्ण विकास होता है और नवजात किसी अन्य बच्चे की तरह ही जन्म लेता है। इस तकनीक से पैदा होने वाले बच्चों को टेस्ट-ट्यूब बेबी कहा जाता है। यह शब्द वास्तव में भ्रामक है क्योंकि बच्चे टेस्ट-ट्यूब में विकसित नहीं हो सकते हैं।

नर जनन तंत्र

नर जनन तंत्र को निषेचन की प्रक्रिया हेतु जनन कोशिकाओं (शुक्राणु) के उत्पादन और वितरण हेतु निर्मित किया गया है।

नर जनन तंत्र के भाग और उसके कार्य

- वृषण (Testes):** यह जनन कोशिकाओं या शुक्राणुओं के उत्पादन हेतु प्राथमिक अंग माना जाता है। वे उदर गुहा के बाहर अंडकोष (Scrotum) में स्थित होते हैं। प्रभावी शुक्राणु निर्माण हेतु शरीर के सामान्य तापमान से कम तापमान की आवश्यकता होती है। यह टेस्टोस्टेरोन हॉर्मोन को सावित करने में भूमिका निभाता है। टेस्टोस्टेरोन शुक्राणु निर्माण को नियंत्रित करता है और यौवन के दौरान लड़कों में बाह्य रूप-रंग में परिवर्तन लाता है।
- शुक्रवाहिका (Vas Deferens):** यह निर्मित हो चुके शुक्राणुओं के वितरण हेतु उत्तरदायी होता है। यह मूत्राशय से एक ट्यूब के साथ जुड़ कर मूत्रमार्ग का निर्माण करती है। मूत्रमार्ग शुक्राणु और मूत्र दोनों के लिए एक सामान्य मार्ग के रूप में कार्य करता है।
- प्रोस्टेट और शुक्रिय पुटिका (Prostate and Seminal Vesicles):** ये शुक्रवाहिका मार्ग के किनारे स्थित ग्रंथियाँ हैं। इससे होने वाला स्राव शुक्राणु परिवहन में सहायता के साथ उसे पोषण प्रदान करता है। मिश्रित द्रव शुक्राणु की गतिशीलता और पोषण में सहायता करता है।
- शुक्राणु (Sperms):** ये मुख्य रूप से आनुवंशिक पदार्थों से निर्मित सूक्ष्म इकाइयाँ हैं। मादा जनन कोशिका की ओर गमन हेतु उनमें एक लंबी पूँछ होती है।



चित्र 13.18 : मानव-नर जनन तंत्र



चित्र 13.19 : मानव शुक्राणु

महिला प्रजनन प्रणाली

मादा प्रजनन प्रणाली को जनन कोशिकाओं (अण्डे) के उत्पादन, उनके निषेचन को सुगम बनाने तथा भ्रूण एवं बच्चे के जन्म तक गर्भ का पोषण करने हेतु निर्मित किया गया है।

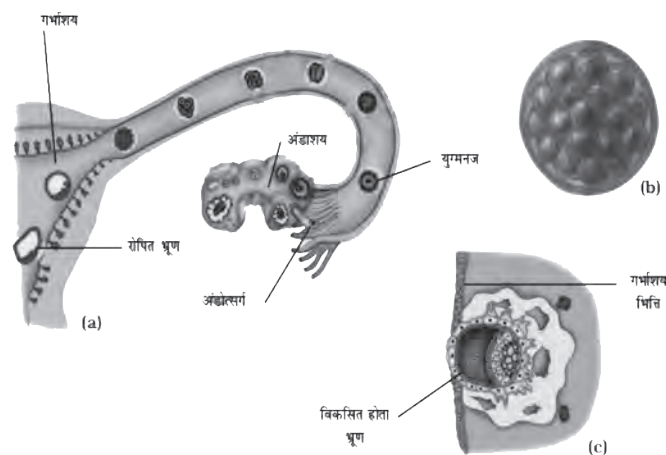
मादा जनन तंत्र के अवयव एवं कार्य

- अंडाशय (ovaries):** ये मादा जनन कोशिकाओं या अंडों के उत्पादन हेतु उत्तरदायी प्राथमिक अंग माने जाते हैं जो कुछ हॉर्मोन का संश्लेषण भी करते हैं। जन्म के समय अंडाशय में कई अपरिपक्व अंडे उपस्थित होते हैं, जिनमें से कुछ अंडे यौवन प्राप्ति पर परिपक्व हो जाते हैं। एक अंडाशय द्वारा प्रत्येक महीने एक अंडे का निर्माण किया जाता है।
- डिंबवाहिनी या फैलोपियन ट्यूब (Oviduct or Fallopian tube):** यह अंडे को अंडाशय से गर्भाशय तक पहुँचाती है।
- गर्भाशय (Uterus):** यह एक लोचदार थैली जैसी संरचना होती है जिसमें निषेचित अंडा या भ्रूण प्रत्यारोपित होने के उपरांत वृद्धि करता है। यह भ्रूण को पोषण देने के लिए हर महीने अपनी परत तैयार कर इसे मोटा करता है ताकि इसमें रक्त की आपूर्ति भरपूर रूप से सुनिश्चित हो सके।



चित्र 13.20 : मानव - स्त्री प्रजनन तंत्र

- ❑ **योनि और गर्भाशय ग्रीवा (vagina and cervix):** गर्भाशय, गर्भाशय ग्रीवा के माध्यम से योनि में खुलता है। संभोग के दौरान शुक्राणु योनि मार्ग से शरीर में प्रवेश करते हैं।



चित्र 13.21: (a) युग्मनज निर्माण और युग्मनज से भ्रूण का विकास; (b) कोशिकाओं का पिंड (आवर्द्धित);
(c) भ्रूण का गर्भाशय में अंतःस्थापित होना (आवर्द्धित)

- ❑ **निषेचन और विकास (fertilisation and development):** डिंबवाहिनी में शुक्राणु के अंडे से मिलने की संभावना निर्मित हो सकती है जिससे निषेचन होता है। निषेचित अंडा (युग्मनज) विभाजित होकर एक भ्रूण बनाता है जो गर्भाशय की परत में प्रत्यारोपित होता है। **भ्रूण (foetus)** एक गर्भ में विकसित होता है जो **गर्भनाल (placenta)** के द्वारा माँ से पोषण प्राप्त करता है।
- ❑ **निषेचन के माध्यम से वंशानुक्रम (inheritance through fertilisation):** निषेचन के माध्यम से माता से एक अंडाणु कोशिका और पिता से एक शुक्राणु कोशिका का मिलन होता है जिसके परिणामस्वरूप संतान को आनुवंशिक रूप से माता-पिता दोनों की विशेषताएँ प्राप्त होती हैं। इसे भाई-बहनों की तुलना द्वारा और माता-पिता में से किसी एक से समानताएँ मिला कर समझा जा सकता है।
- ❑ **गर्भनाल (placenta):** यह गर्भाशय की दीवार से जुड़ा एक विशेष ऊतक है। यह माँ और भ्रूण के मध्य ग्लूकोज, ऑक्सीजन और अपशिष्ट के स्थानांतरण की सुविधा प्रदान करता है। इसमें भ्रूण की ओर सूक्ष्म तंतु (villi) तथा माता की ओर रक्त स्थान होते हैं जो पोषक तत्वों और अपशिष्ट विनिमय हेतु एक बड़ा सतह क्षेत्र प्रदान करते हैं।

निषेचन के प्रकार

आंतरिक निषेचन

- ❑ इसमें निषेचन मादा शरीर के अंदर होता है।
- ❑ यह मनुष्यों, गायों, कुत्तों और मृगियों जैसे विभिन्न प्राणियों में आम है।

बाह्य निषेचन

- ❑ इसमें नर, अंडे के ऊपर शुक्राणु निक्षेपित करता है। शुक्राणु संचलन हेतु अपनी पूँछ का उपयोग कर अंडे के संपर्क में आते हैं, जिससे निषेचन संपादित होता है।
- ❑ मादा शरीर के बाहर नर और मादा युग्मकों के इस संलयन को बाह्य निषेचन कहा जाता है।
- ❑ यह मुख्य रूप से मछली और स्टारफिश जैसे जलीय प्राणियों में देखा जाता है।

- ❑ **भ्रूण का विकास और जन्म:** निषेचन के बाद एक युग्मनज का निर्माण होता है जो भ्रूण के रूप में विकसित होना शुरू करता है। यह युग्मनज, कोशिकाओं को एक गेंद का आकार प्रदान करने के क्रम में कई विभाजनों से होकर गुजरता है। जैसे-जैसे इन कोशिकाओं में विभाजन द्वारा वृद्धि होती है, वे एक-साथ मिलकर विभिन्न ऊतकों और अंगों का निर्माण करती जाती हैं। जब यह विकासशील संरचना गर्भाशय की दीवार में स्थापित हो जाती है तो इसे **भ्रूण** कहा जाता है। आगे जैसे-जैसे यह विकास होता रहता है वैसे-वैसे सिर, आँखें और कान जैसे अलग-अलग शरीर के अंग उभर कर आते हैं। जब ये सभी शारीरिक अंग पहचान योग्य हो जाते हैं तो भ्रूण विकसित होकर गर्भ बन जाता है। गर्भ के पूर्ण विकास के उपरांत माँ बच्चे को जन्म देती है।



चित्र 13.22: गर्भाशय में भ्रूण

- अंडे के निषेचित नहीं होने के बाद की प्रक्रिया: मासिक धर्म एक मासिक चक्र है जहाँ निषेचित अंडे की अनुपस्थिति में गर्भाशय अपनी परत को त्याग देता है।
- प्रक्रिया और परिणाम
 - यदि अंडा निषेचित न हो पाए, तो यह लगभग एक दिन तक जीवित रहता है।
 - निषेचित अंडे की प्रत्याशा में गर्भाशय प्रत्येक महीने अपनी परत तैयार करता है।
 - यह परत संभावित रूप से भ्रूण को पोषण देने के लिए मोटी और स्पंजी हो जाती है।
 - निषेचन के अभाव में मोटी गर्भाशय परत की आवश्यकता नहीं रह जाती।
 - इसके उपरांत यह परत टूट जाती है एवं रक्त और श्लेष्मा के संयोजन के रूप में योनि के माध्यम से बाहर निकल जाती है।
 - मासिक धर्म के नाम से जानी जाने वाली यह प्रक्रिया लगभग हर महीने होती है।
 - मासिक धर्म की अवधि आम तौर पर दो से आठ दिनों तक होती है।

प्रजनन स्वास्थ्य

यौन परिपक्वता और इसके निहितार्थ

- यौन परिपक्वता एक क्रमिक प्रक्रिया है जो सामान्य शारीरिक विकास के साथ-साथ होती है।
- यौन परिपक्वता का तात्पर्य यौन गतिविधियों या बच्चे के पालन-पोषण संबंधी क्रियाओं से नहीं है।
- व्यक्तियों को यौन गतिविधियों और प्रजनन के संबंध में मित्रों, परिवार और सरकार से दबाव का सामना करना पड़ता है।

यौन स्वास्थ्य और रोग संचरण

- यौन अंतरंगता से बीमारियों का संक्रमण हो सकता है।
- गोनेोरिया, सिफलिस, वार्ट्स और एचआईवी-एड्स जैसी बीमारियाँ यौन संचारित हो सकती हैं।
- संभोग के दौरान कंडोम का इस्तेमाल कई तरह के संक्रमणों को रोक सकता है।

गर्भनिरोधक और गर्भावस्था की रोकथाम

- गर्भावस्था के लिए शारीरिक और मानसिक तैयारी की ज़रूरत होती है; इसलिए, गर्भनिरोधक बहुत ज़रूरी है। निम्नलिखित कुछ गर्भनिरोधक विधियाँ हैं:
 - **यांत्रिक अवरोध:** कंडोम, शुक्राणु को अंडे तक पहुँचने से रोकते हैं।
 - **हॉर्मोनल विधियाँ:** गर्भनिरोधक गोलियाँ अण्डे के बनने और निषेचन को रोकने के लिए हॉर्मोनल संतुलन को परिवर्तित कर देती हैं, लेकिन इसके दुष्प्रभाव भी हो सकते हैं।
 - **अंतर्गर्भाशयी उपकरण:** लूप या कॉपर-टी, गर्भाशय में जलन पैदा कर सकते हैं।
 - **सर्जिकल विधियाँ:** पुरुषों में शुक्रवाहिका या महिलाओं में फैलोपियन ट्यूब को ब्लॉक करने से निषेचन रुक जाता है। यद्यपि सर्जिकल पद्धतियाँ दीर्घकालिक रूप से सुरक्षित हैं, किन्तु इनसे तत्कालिक रूप से जटिलताएँ उत्पन्न हो सकती हैं।
- **गर्भपात:** यह अवांछित गर्भधारण को शल्य चिकित्सा द्वारा हटाने की प्रक्रिया है। इसका दुरुपयोग बालिका भ्रूण के अवैध लिंग-चयनात्मक गर्भपात जैसे मामलों में किया जाता है।

जनसंख्या आकार की चिंताएँ:

- मानव जनसंख्या का विस्तार जीवन स्तर को प्रभावित करता है।
- समाज में व्याप्त असमानताएँ मुख्य रूप से जीवन स्तर को निम्न करती हैं, जिससे जनसंख्या का आकार मायने नहीं रख पाता।

मुर्गियों में भ्रूण विकास:

मुर्गियों में यह प्रक्रिया थोड़ी अलग होती है। हालाँकि वे भी आंतरिक निषेचन से गुजरती हैं। युग्मनज, डिंबवाहिनी से नीचे की ओर बढ़ते हुए विभाजित होता है, जिससे उसके चारों ओर सुरक्षात्मक परतें बन जाती हैं। इन परतों में से एक कठोर अंडे का छिलका होता है जिसे हम आमतौर पर देखते हैं। एक बार जब यह छिलका बन जाता है तब मुर्गी अंडा देती है। इस अंडे के छिलके के अंदर भ्रूण को चूजे के रूप में विकसित होने में लगभग 3 सप्ताह लगते हैं। चूजे के विकास को सुनिश्चित करने के लिए मुर्गियाँ अक्सर अपने अंडों पर बैठती हैं ताकि उन्हें आवश्यक गर्मी मिल सके। चूजे पूरी तरह विकसित होने के उपरांत अंडे के छिलके को तोड़कर बाहर आ जाते हैं।

बाह्य निषेचन एवं विकास:

जिन प्राणियों में बाह्य निषेचन होता है उनमें भ्रूण का विकास मादा के शरीर के बाहर होता है। ये भ्रूण अपने सुरक्षात्मक अंडे के आवरण के भीतर विकसित होते हैं और परिपक्व होने के उपरांत अंडे से बाहर निकलते हैं। यह आमतौर पर तालाबों और नदियों में पाए जाने वाले टैडपोल लार्वा जैसे जीवों में देखा जाता है।

निष्कर्ष

पर्यावरण संबंधी चुनौतियों का सामना करने के दौरान जीव उल्लेखनीय अनुकूलनशीलता और लचीलापन का प्रदर्शन करते हैं। शुष्क रेगिस्तानों से लेकर विशाल महासागरों तक, विभिन्न आवासों के अध्ययन द्वारा यह स्पष्ट हो जाता है कि उद्भव (Evolution) की प्रक्रिया ने प्रत्येक प्रजाति को उसके परिवेश के अनुरूप ढाला है। चाहे वह मानव परिसंचरण तंत्र हो या ऊँट का विशिष्ट अनुकूलन, प्रकृति अपने अस्तित्व को बनाये रखने का रास्ता खोज ही लेती है। सजीव और निर्जीव इकाइयों के मध्य का अंतर जीवन की जटिलता और सुंदरता को और अधिक रेखांकित करता है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **जीव:** एक जीवित इकाई जो स्वतंत्र रूप से कार्य करने में सक्षम होती है। इसमें एक संगठित संरचना होती है और यह उद्दीपन (stimuli) पर प्रतिक्रिया दे सकती है, प्रजनन कर सकती है, वृद्धि कर सकती है और अनुकूलन कर सकती है।
- ❖ **पर्यावास:** किसी जीव का प्राकृतिक वातावरण।
- ❖ **अनुकूलन:** विशिष्ट विशेषताएँ या व्यवहार जो किसी जीव को किसी विशेष वातावरण में स्वाभाविक रूप से जीवित रहने में सहयोग देता है।
- ❖ **श्वासोच्छ्वास:** श्वसन अंगों का उपयोग करके ऑक्सीजन युक्त वायु को अंदर लेना और कार्बन डाइऑक्साइड युक्त वायु को बाहर निकालना।
- ❖ **हृदय की धड़कन:** हृदय के कक्षों का लयबद्ध संकुचन और शिथिलन।
- ❖ **स्पंदन:** प्रत्येक हृदय की धड़कन द्वारा उत्पन्न जिसे धमनियों में महसूस किया जा सकता है और यह हृदय गति को इंगित करता है।
- ❖ **उत्सर्जन:** जीवित जीवों की कोशिकाओं में उत्पादित अपशिष्ट उत्पादों को हटाने की प्रक्रिया।
- ❖ **प्लाज्मा:** वह तरल पदार्थ जिसमें कोशिकाएँ रक्त में निलंबित रहती हैं।
- ❖ **लाल रक्त कोशिकाएँ (RBC):** वे कोशिकाएँ जिनमें हीमोग्लोबिन उपस्थित होता है और जो ऑक्सीजन से बंध बना कर उसे पूरे शरीर में पहुँचाती हैं।
- ❖ **श्वेत रक्त कोशिकाएँ (WBC):** वे कोशिकाएँ जो रोगाणुओं/रोगजनकों से शरीर की रक्षा करती हैं।
- ❖ **प्लेटलेट्स:** चोट लगने पर अत्यधिक रक्तस्राव को रोकने और थक्के जमने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
- ❖ **रक्त वाहिकाएँ:** धमनियों, शिराओं और केशिकाओं से युक्त रक्त के मार्ग।
- ❖ **धमनियाँ:** वे वाहिकाएँ जो हृदय से शरीर तक ऑक्सीजन युक्त रक्त ले जाती हैं।
- ❖ **शिराएँ:** वे वाहिकाएँ जो कार्बन डाइऑक्साइड युक्त रक्त को वापस हृदय तक पहुँचाती हैं।
- ❖ **केशिकाएँ:** छोटी-छोटी वाहिकाएँ जहाँ धमनियाँ और शिराएँ जुड़ती हैं तथा कोशिकाओं के साथ पदार्थों के आदान-प्रदान को सुगम बनाती हैं।
- ❖ **हृदय:** वक्ष गुहा में स्थित एक पेशी अंग जो पूरे शरीर में निरंतर रक्त परिसंचरण की सुनिश्चितता हेतु उत्तरदायी होता है।



जीवन प्रक्रियाएँ

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-5, कक्षा-VIII के अध्याय-7 तथा कक्षा-X के अध्याय-5, 6, 7 व 8 का सारांश शामिल है।

परिचय

जीवन प्रक्रियाओं के जटिल ताने-बाने की खोज करते हुए, यह अध्याय विकास, गति, प्रजनन और समन्वय का सार प्रस्तुत करता है। कोशिकाओं की सूक्ष्म दुनिया से लेकर मानव शरीर रचना की भव्यता तक, प्रत्येक पृष्ठ जीवन के आश्चर्यों को उजागर करता है। इस अध्याय में सजीवों को बनाए रखने वाले तंत्रों पर गहराई से चर्चा की गई है, तथा जीव विज्ञान के मूलभूत तत्त्वों के सामंजस्यपूर्ण परस्पर क्रिया को प्रदर्शित किया गया है। इसमें अस्थियों और उपास्थि, हॉर्मोनल सामंजस्य और आनुवंशिक विरासत की क्रियाओं के अध्ययन तथा जीवन की उत्कृष्ट प्रक्रियाओं का अध्ययन शामिल हैं।

मानव शरीर और उसकी गतिविधियाँ

शरीर के वे अंग, जिन्हें हम मोड़ या घुमा सकते हैं और जहाँ दो अंग मिलते हैं, जैसे कोहनी, कंधा या गर्दन, उन्हें **संधि (जोड़)** कहते हैं। संधि हमारे शरीर के अंगों को संयुक्त स्वरूप प्रदान करती हैं।

संधि (जोड़ों) के प्रकार

हमारे शरीर में विभिन्न गतिविधियों के लिए विभिन्न प्रकार की संधि होती हैं।

कंदुक खल्लिका संधि

एक संधि, जहाँ एक अस्थि का गोल सिरा दूसरी अस्थि की गुहा (खोखले स्थान) में व्यवस्थित हो जाता है, जिससे सभी दिशाओं में गति संभव हो जाती है (चित्र 14.1 देखें)।

धुराग्र संधि

- धुराग्र संधि सिर को आगे और पीछे झुकाने के साथ-साथ सिर को दाएँ या बाएँ मोड़ने में भी सहायता करती है।
- जहाँ कंदुक-खल्लिका संधि द्वारा हाथ को पूर्णतः वृत्ताकार रूप में घुमा सकते हैं, धुराग्र संधि में बेलनाकार अस्थि एक वलय रूप में घूमती है। जो संयुक्त यांत्रिकी में विविधता को प्रदर्शित करती है।

हिंज संधि

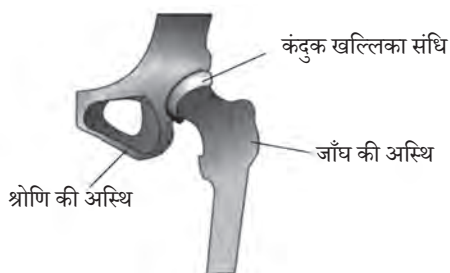
- कोहनी और घुटने, हिंज संधि के रूप में कार्य करते हुए, आगे-पीछे की गति दर्शाते हैं।

स्थिर जोड़

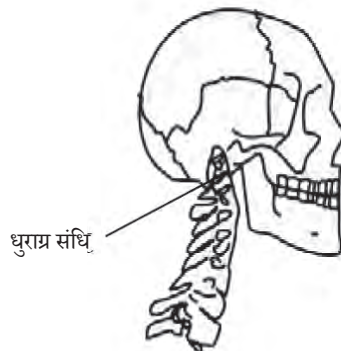
- सिर की वे संधि, जो गतिशील संधियों से भिन्न होती हैं, स्थिर संधि कहलाती हैं।
- इन संधियों में अस्थियों में हिलने-डुलने की क्षमता नहीं होती।
- इसका एक उदाहरण ऊपरी जबड़े और सिर के बाकी हिस्से के बीच की संधि है, जो स्थिर होती है।
- निचले और ऊपरी जबड़े की गति में अंतर स्थिर संधि की प्रकृति पर प्रकाश डालता है।

कंकाल तंत्र

हमारे शरीर की सभी अस्थियाँ हमारे शरीर को आकार देने के लिए एक ढाँचा का निर्माण भी करती हैं। इस ढाँचे को कंकाल तंत्र कहा जाता है।



चित्र 14.1: कंदुक खल्लिका संधि



चित्र 14.2: धुराग्र संधि



चित्र 14.3: घुटने की हिंज संधि



चित्र 14.4: मानव कंकाल तंत्र

विवारणीय बिंदु

जन्म के समय मानव कंकाल लगभग 305 अस्थियों से बना होता है। आयु के साथ कंकाल में अस्थियों की संख्या बदलती रहती है। वयस्क होने पर कुछ अस्थियाँ आपस में जुड़ जाने के बाद यह संख्या घटकर 206 रह जाती है।

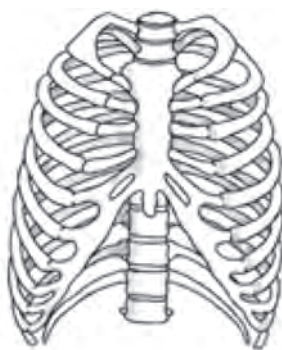


आकार और अस्थियाँ

- हथेली कई छोटी अस्थियों से बनी होती है, जिन्हें 'कार्पल्स' कहा जाता है। पसलियाँ (छाती की अस्थियाँ) मुड़ी हुई होती हैं जो वक्ष की हड्डी और मेरुदण्ड को एक साथ जोड़कर एक तंत्र का निर्माण करती हैं। इसे **पसली पंजर (रिब केज)** कहा जाता है।
- वक्ष के प्रत्येक तरफ 12 पसलियाँ होती हैं और ये हमारे शरीर के कुछ महत्वपूर्ण आंतरिक भागों की रक्षा करती हैं।



चित्र 14.5: हाथ की अस्थियाँ



चित्र 14.6: पसली-पंजर



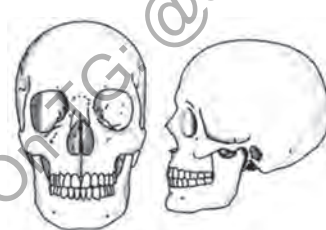
चित्र 14.7: मेरुदंड



चित्र 14.8: कंधे की अस्थियाँ



चित्र 14.9: श्रोणी (पैल्विक) हड्डियाँ



चित्र 14.10: मानव-खोपड़ी

- रीढ़ की हड्डी कई छोटी अस्थियों से बनी होती है जिन्हें 'कशेरुक' कहा जाता है। रीढ़ की हड्डी में 33 कशेरुक होते हैं। 'रिब केज' इन अस्थियों से जुड़ा होता है।
- पीठ पर दो अस्थियाँ उभरी हुई होती हैं जहाँ 'कंधे' होते हैं। इन्हें कंधे की अस्थियाँ कहा जाता है।
- यह संरचना पैल्विक अस्थियों से निर्मित है। वे आपके शरीर के पेट के नीचे वाले हिस्से को घेरती हैं। यह वह हिस्सा है जिस पर आप बैठते हैं।
- खोपड़ी कई अस्थियों से मिलकर बनी होती है। यह शरीर के एक बहुत ही महत्वपूर्ण हिस्से, मस्तिष्क को घेरे रहती है और उसकी रक्षा करती है।
- कंकाल के कुछ अतिरिक्त हिस्से होते हैं जो अस्थियों की तरह कठोर नहीं होते और जिन्हें मोड़ा जा सकता है। इन्हें **उपास्थि** कहते हैं।
- कान का ऊपरी हिस्सा, जो ईयरलॉब जितना मुलायम नहीं है, लेकिन हड्डी जितना कठोर नहीं है, एक उपास्थि है।
- उपास्थि शरीर के जोड़ों में भी पाई जाती है।



चित्र 14.11: कान के ऊपरी भाग और कर्णपालि में उपास्थि



चित्र 14.12: अस्थि को गति प्रदान करने में दो पेशियाँ संयुक्त रूप से कार्य करती हैं

मांसपेशियाँ: संकुचन और गति

- मानव भुजा की मांसपेशी संकुचन के कारण उभर जाती है (यह लंबाई में छोटी हो जाती है)।
- संकुचित मांसपेशी छोटी, सख्त और मोटी होती है।
- मांसपेशियाँ संयुक्त रूप से कार्य करती हैं। जब उनमें से एक सिकुड़ती है, तो अस्थि उस दिशा में खिंच जाती है। जोड़ी की दूसरी मांसपेशी शिथिल हो जाती है।
- मांसपेशियाँ केवल खींच सकती हैं, धक्का नहीं दे सकतीं, जिससे अस्थि संचलन के लिए दो मांसपेशियों के समन्वय की आवश्यकता होती है।

योग - बेहतर स्वास्थ्य के लिए

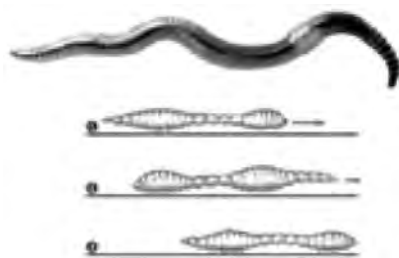
योग प्राचीन भारतीय परंपरा का एक अमूल्य उपहार है। संयुक्त राष्ट्र ने **21 जून** को अंतरराष्ट्रीय योग दिवस के रूप में घोषित किया है। योग व्यक्ति को स्वस्थ रखता है। यह मेरुदंड को सीधा रखने में मदद करता है, जिससे आप सीधे बैठ पाते हैं और झुकते नहीं हैं। योग में कई आसनों में आपको अपना वजन खुद उठाना पड़ता है, जो अस्थियों को मजबूत बनाने और ऑस्टियोपोरोसिस को दूर रखने में मदद करता है। यह जोड़ों के दर्द से राहत दिलाने में भी मदद करता है, जो ज्यादातर बुजुर्गों में देखा जाता है। यह शरीर की सभी मांसपेशियों को संतुलित करता है और उन्हें सक्रिय रखता है।

जीवों की गति

आइये हम कुछ जीवों की चाल, अर्थात उनके चलने के तरीके का अध्ययन करें।

केंचुआ

- गति:** मांसपेशियों का उपयोग करके शरीर को फैलाता और संकुचित करता है, संचलन के दौरान चिपचिपा पदार्थ स्रावित करता है।
- शरीर की संरचना:** एक छोर से दूसरे छोर तक जुड़े हुए वलय, कोई अस्थि नहीं, पकड़ के लिए छोटे रोमा।
- गतिविधि:** मृदा का सेवन करता है एवं मृदा को उपजाऊ बनाता है, पोषक तत्वों की उपलब्धता बढ़ाता है, जल निकासी बेहतर करता है, तथा मृदा की संरचना को अधिक स्थिर बनाता है, जिससे कृषि उत्पादकता में सुधार होता है।



चित्र 14.13: केंचुए की गति



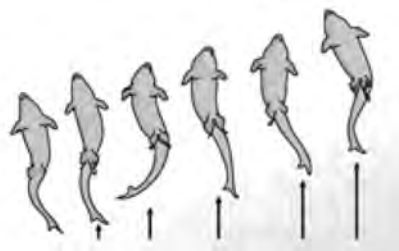
चित्र 14.14: घोंघा



चित्र 14.15: तिलचट्टा



चित्र 14.16: पक्षी का कंकाल



चित्र 14.17: मछली में गति



चित्र 14.18: सर्प में गति

घोंघा

- ❑ **खोल:** बाह्य कंकाल अस्थियों से निर्मित नहीं है, इसलिए गति में सहायता नहीं करता।
- ❑ **शरीर की संरचना:** रेंगने के लिए माँसपेशियों द्वारा निर्मित मोटा पैरा
- ❑ **गति:** पैर की चक्रीय गति।

तिलवट्टा

- ❑ **संचलन:** चलना, चढ़ना और उड़ना।
- ❑ **शारीरिक संरचना:** प्लेटों से बना कठोर बाहरी कंकाल, तीन जोड़ी पैर, दो जोड़ी पंख।
- ❑ **माँसपेशियाँ:** चलने के लिए पैर की माँसपेशियाँ, उड़ान के दौरान पंखों की गति के लिए शरीर की माँसपेशियाँ।

पक्षी

- ❑ **उड़ान:** खोखली और हल्की अस्थियाँ, उड़ने के लिए पंख, उड़ान की माँसपेशियों के लिए संशोधित वक्षस्थला
- ❑ **गतिशीलता:** भूमि संचलन, कुछ जल में तैरते हैं।

मछली

- ❑ **आकार:** जल के आसान प्रवाह के लिए सुव्यवस्थित शरीर।
- ❑ **गति:** माँसपेशियाँ शरीर को एक तरफ से दूसरी तरफ मोड़ती हैं, पंख संतुलन स्थापित करने और दिशा में मदद करते हैं।
- ❑ **तैराकी:** तीव्र संचलन की शृंखला मछली को आगे की ओर धकेलती है।

सर्प की गति

- ❑ **सर्प की गति** - लंबी रीढ़, पतली माँसपेशियाँ, आगे की ओर गति के लिए कुण्डलीय संचलन। माँसपेशियाँ रीढ़, पसलियों और त्वचा को भी आपस में जोड़ती हैं।
- ❑ **गतिशीलता:** बहुत तेजी से आगे बढ़ता है और सीधी रेखा में नहीं चलता।

हमने इस अध्याय में अभी तक अध्ययन किया है कि जीव सुव्यवस्थित संरचनाएँ होती हैं; उनमें अस्थियाँ और माँसपेशियाँ हो सकती हैं और किशोरावस्था एक बढ़ते हुए व्यक्ति के शरीर में कैसे बदलाव लाती है। पर्यावरण के प्रभाव के कारण, जीवित संरचनाओं की यह संगठित, सुव्यवस्थित प्रकृति समय के साथ विखंडित होती रहेगी। आणविक गति, अदृश्य पैमाने पर भी, जीवन के लिए महत्वपूर्ण है, क्योंकि जीवित जीवों को उनकी संगठित संरचनाओं के निरंतर रखरखाव और मरम्मत की आवश्यकता होती है, जो अणुओं से बनी होती हैं। जीवन के रखरखाव के लिए पोषण, श्वसन, शरीर के भीतर पदार्थों के परिवहन और अपशिष्ट उत्पादों के उत्सर्जन जैसी प्रक्रियाओं की आवश्यकता होती है। तो, आइए जीवित जीवों में रखरखाव प्रक्रियाओं को समझें।

जीवन प्रक्रियाएँ

- ❑ निष्क्रियता के दौरान भी, जीवित जीवों को रखरखाव प्रक्रियाओं से गुजरना पड़ता है जिन्हें जीवन प्रक्रियाएँ कहा जाता है।
- ❑ इन प्रक्रियाओं के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है, जो पोषण के माध्यम से बाहरी स्रोतों से प्राप्त होती है।
- ❑ पोषण में बाह्य स्रोतों (भोजन) से ऊर्जा को जीव के आंतरिक भाग में स्थानांतरित करना शामिल है।

- जीवों को विकास के लिए अतिरिक्त कच्चे माल की भी आवश्यकता हो सकती है, जो प्रायः कार्बन-आधारित होते हैं।
- शरीर में होने वाली रासायनिक प्रतिक्रियाएँ, ऑक्सीकरण-अपचयन प्रतिक्रियाएँ, ऊर्जा स्रोतों को विखंडित या निर्मित करती हैं।
- श्वसन में पर्यावरण से ऑक्सीजन प्राप्त करना और इसका उपयोग कोशिकीय आवश्यकताओं के लिए खाद्य स्रोतों को विखंडित करना शामिल है।
- एकल-कोशिका वाले जीव प्रसार के माध्यम से सीधे पर्यावरण के साथ पदार्थों का आदान-प्रदान कर सकते हैं। बहुकोशिकीय जीवों में, विशेष ऊतक भोजन और ऑक्सीजन अवशोषण जैसे कार्य करते हैं, जिसके लिए परिवहन प्रणाली की आवश्यकता होती है।
- भोजन और ऑक्सीजन को ग्रहण बिंदुओं से शरीर के विभिन्न भागों तक ले जाने के लिए एक परिवहन प्रणाली आवश्यक होती है।
- रासायनिक प्रतिक्रियाओं के दौरान उत्पन्न अपशिष्ट/उपोत्पादों को उत्सर्जन के माध्यम से शरीर से बाहर निकालना आवश्यक है।
- बहुकोशिकीय जीवों में उत्सर्जन के लिए विशेष ऊतक, शरीर के निर्माण सिद्धांतों के अनुसार विकसित हो सकते हैं।
- परिवहन प्रणाली अपशिष्ट को कोशिकाओं से उत्सर्जी ऊतकों तक ले जाने के लिए जिम्मेदार है।

पोषण

- सभी जीवित जीवों को ऊर्जा और पदार्थों की एक समान आवश्यकता होती है, लेकिन वे इन आवश्यकताओं को विभिन्न तरीकों से पूरा करते हैं।
- ऊर्जा बाहरी स्रोतों से प्राप्त होती है, और भोजन इस उद्देश्य के लिए एक महत्वपूर्ण स्रोत के रूप में कार्य करता है।
- स्वपोषी, जैसे हरे पौधे और कुछ जीवाणु अकार्बनिक स्रोतों से प्राप्त कार्बन डाइऑक्साइड और जल जैसे सरल खाद्य पदार्थों का उपयोग करते हैं। इसके विपरीत, जीव-जंतु, जिनमें जानवर और कवक शामिल हैं, अपनी ऊर्जा आवश्यकताओं के लिए जटिल पदार्थों पर निर्भर रहते हैं।
- शरीर के रखरखाव और विकास में उपयोग के लिए इन जटिल पदार्थों को सरल पदार्थों में विखंडित किया जाना चाहिए। जैव उत्प्रेरक के रूप में कार्य करने वाले एंजाइम इस विघटन प्रक्रिया को सुगम बनाते हैं।
- विषमपोषियों का अस्तित्व प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से स्वपोषियों की गतिविधियों पर निर्भर करता है।

विचारणीय बिंदु

प्रकाश संश्लेषण के चरणों का क्रम में तुरंत घटित होना आवश्यक नहीं है। उदाहरण के लिए, मरुस्थलीय पौधे रात में कार्बन डाइऑक्साइड ग्रहण करते हैं और एक मध्यवर्ती पदार्थ तैयार करते हैं, जिस पर दिन में क्लोरोफिल द्वारा अवशोषित ऊर्जा कार्य करती है।

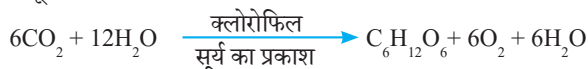


स्वपोषी पोषण

- हरे पौधे और कुछ जीवाणु जैसे स्वपोषी जीव अपनी कार्बन और ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए प्रकाश संश्लेषण का उपयोग करते हैं।
- जिन कार्बोहाइड्रेट का तुरंत उपयोग नहीं किया जाता है, उन्हें भविष्य की ऊर्जा आवश्यकताओं के लिए स्टार्च के रूप में संगृहीत किया जाता है।

प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया

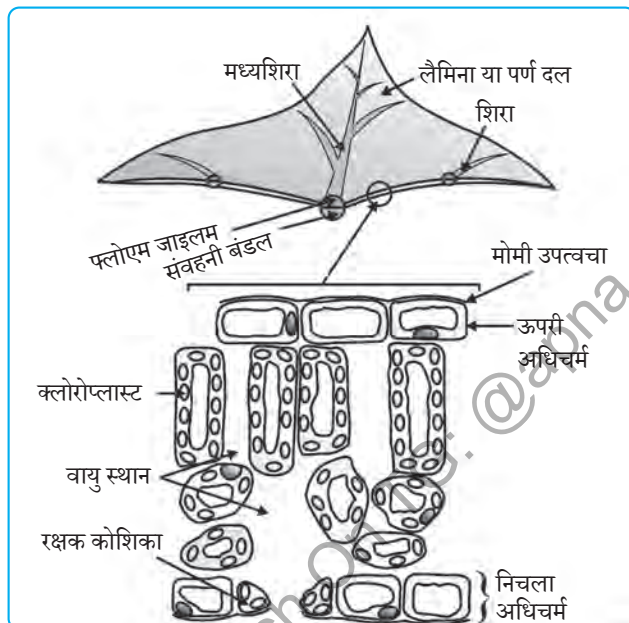
- इस प्रक्रिया में क्लोरोफिल द्वारा प्रकाश ऊर्जा का अवशोषण शामिल है।
- प्रकाश ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है, जिससे जल के अणु हाइड्रोजन और ऑक्सीजन में विभाजित हो जाते हैं।
- इसके बाद कार्बन डाइऑक्साइड का अपचयन करके कार्बोहाइड्रेट्स का निर्माण किया जाता है।
- क्लोरोप्लास्ट, जिसमें क्लोरोफिल होता है, प्रकाश संश्लेषण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।



- यदि आप सूक्ष्मदर्शी से पत्ती के अनुप्रस्थ-काट को ध्यान से देखें, तो आप देखेंगे कि कुछ कोशिकाओं में हरे रंग के बिंदु हैं। ये हरे रंग के बिंदु कोशिका अंगक हैं जिन्हें 'हरित लवक' कहते हैं, जिनमें क्लोरोफिल होता है।

कार्बन डाइऑक्साइड ग्रहण

- पत्तियों पर स्थित छोटे छिद्र, रंध्र (स्टोमेटा), प्रकाश संश्लेषण के दौरान गैसीय विनिमय को सुगम बनाते हैं।
- गैसों का आदान-प्रदान तनों, जड़ों और पत्तियों पर भी होता है।



चित्र 14.19: पत्ती का अनुप्रस्थ काट

- रंध्रों का नियंत्रण रक्षक कोशिकाओं द्वारा होता है, जो खुलने के दौरान प्रसरित होती हैं और बंद होने के दौरान संकुचित होती हैं।
- जब पौधे को कार्बन डाइऑक्साइड की आवश्यकता नहीं होती तो छिद्र बंद हो जाते हैं।

स्वपोषी जीवों के लिए मुख्य तत्त्व

- प्रकाश संश्लेषण के लिए आवश्यक जल जड़ों द्वारा मृदा से अवशोषित किया जाता है।
- नाइट्रोजन, फास्फोरस, आयरन और मैग्नीशियम जैसे आवश्यक तत्त्व मृदा से ग्रहण किए जाते हैं।
- प्रोटीन संश्लेषण के लिए महत्वपूर्ण घटक नाइट्रोजन, अकार्बनिक नाइट्रेट्स या नाइट्राइट्स के रूप में या जीवाणु द्वारा उत्पादित कार्बनिक यौगिकों के रूप में प्राप्त होता है।

विषमपोषी पोषण

- जीव भोजन के प्रकार और उपलब्धता के साथ-साथ इसे प्राप्त करने की विधि के आधार पर अपनी पोषण संबंधी रणनीतियों को अपनाते हैं।
- स्थिर (जैसे, घास) और गतिशील (जैसे, हिरण) खाद्य स्रोतों के बीच अंतर के कारण जीवों द्वारा अपने पोषण तक पहुँचने और उसे संसाधित करने के तरीके में भिन्नता आती है।
- विभिन्न प्रजातियों में पोषण तंत्र भिन्न-भिन्न होता है, जिसका उदाहरण गाय और शेर में भिन्नता है।
- भोजन को ग्रहण करने और उपयोग करने के लिए विभिन्न रणनीतियाँ मौजूद हैं; कुछ जीव अवशोषण के लिए भोजन को बाह्य रूप से तोड़ते हैं, जैसे कि ब्रेड मोल्ड और यीस्ट जैसे कवक, जबकि अन्य आंत्रिक रूप से संपूर्ण पदार्थ को संसाधित करते हैं।
- पदार्थों को ग्रहण करने और उन्हें विखंडित करने की क्षमता जीव की शारीरिक संरचना और कार्यप्रणाली पर निर्भर करती है।
- इसके अतिरिक्त, कुछ जीव परजीवी पोषक रणनीति अपनाते हैं, तथा पौधों या जीवों को बिना नुकसान पहुँचाए पोषण प्राप्त करते हैं, जैसा कि अमरबेल, टिक्स, जूँ, जोंक और टेपवर्म जैसे उदाहरणों में देखा जा सकता है।
- यह विविधता पोषण के क्षेत्र में जीवों की उनके पर्यावरण के प्रति अनुकूलनशीलता को उजागर करती है।

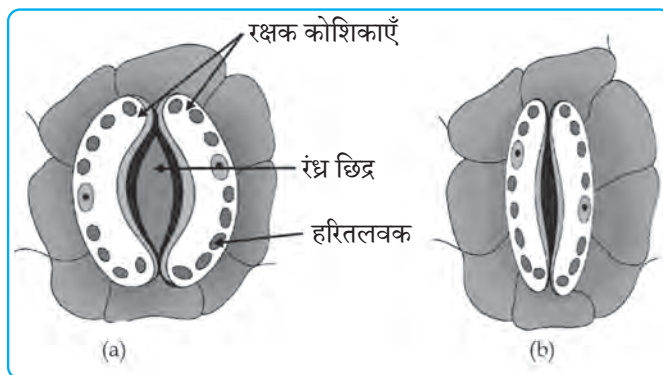
पोषण प्राप्त करने वाले जीव

- जीव पोषण प्राप्त करने के लिए विभिन्न तरीकों का उपयोग करते हैं, और उनके पाचन तंत्र तदनुसार भिन्न होते हैं।
- अमीबा जैसे एकल-कोशिका वाले जीवों में, पूरी सतह भोजन के सेवन में काम आ सकती है।
- जैसे-जैसे जीव अधिक जटिल होते जाते हैं, विशिष्ट कार्य करने के लिए विशेष अंग उभर कर सामने आते हैं। उदाहरण के लिए, अमीबा भोजन-धानिका बनाने के लिए कोशिका की सतह के अस्थायी विस्तार का उपयोग करती है, जहाँ जटिल पदार्थ सरल पदार्थों में टूट जाते हैं। इसके बाद पोषक तत्त्व कोशिकाद्रव्य में फैल जाते हैं, जबकि अपचित पदार्थ कोशिका की सतह से बाहर निकल जाते हैं।
- एक अन्य एककोशिकीय जीव, पैरामीशियम में, कोशिका पर एक विशिष्ट स्थान भोजन सेवन के लिए निर्दिष्ट किया जाता है।
- कोशिका की सतह को आवरित करने वाली वाली 'सिलिया', इस स्थान पर भोजन की आवाजाही को सुविधाजनक बनाती है, जो जीवों की पोषण संबंधी रणनीतियों में अनुकूलन क्षमता को प्रदर्शित करती है।

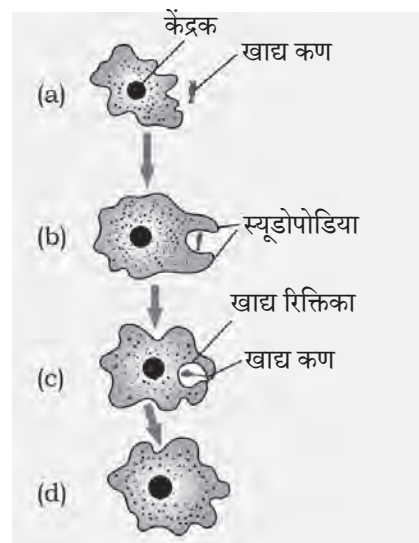
मानव में पोषण

आहार नाल एवं खाद्य प्रसंस्करण

- आहार नाल, मुँह से गुदा तक एक लंबी नली है, जो अलग-अलग कार्यों के लिए विभिन्न क्षेत्रों में विभाजित होती है।
- भोजन को छोटे, एकसमान कणों में बदलने के लिए प्रसंस्करण से गुजरना पड़ता है, जिसकी शुरुआत दाँतों द्वारा पिसाई से होती है। लार में 'एमाइलेज' नामक एंजाइम होता है, जो जटिल स्टार्च को सरल शर्करा में तोड़ देता है।



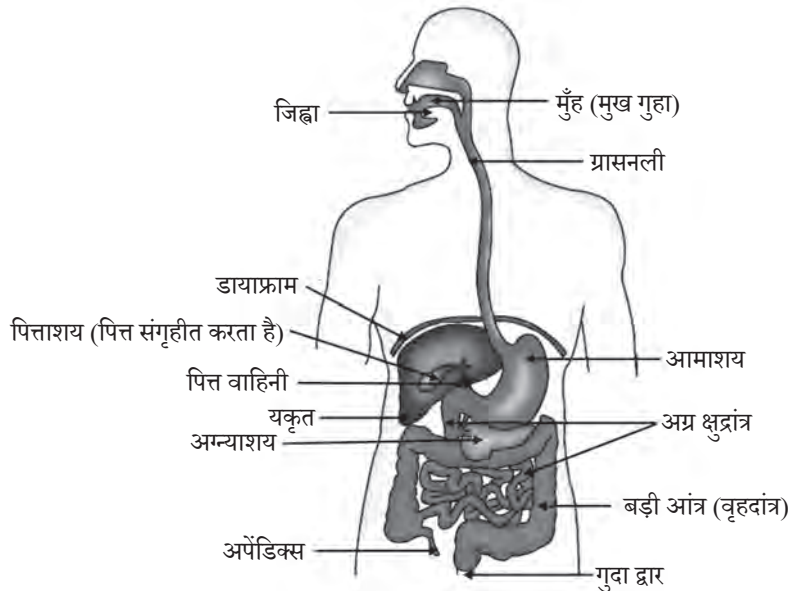
चित्र 14.20: (a) खुला तथा (b) बंद रंध्र छिद्र



चित्र 14.21: अमीबा में पोषण

क्रमाकुचन गति और आमाशयी पाचन

- ❑ क्रमाकुचन गति, पाचन नली के साथ लयबद्ध संकुचन, भोजन को आगे बढ़ाती है।
- ❑ भोजन मुँह से ग्रासनली के माध्यम से होते हुए आमाशय तक जाता है।
- ❑ पेट में आमाशयी ग्रंथियाँ हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, पेप्सिन और श्लेष्म निर्मुक्त करती हैं। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्रोटीन के पाचन में पेप्सिन की सहायता करता है, और श्लेष्म आमाशय की परत की रक्षा करता है।



चित्र 14.22: मानव आहार नली

आमाशय से छोटी आंत्र में गमन

- ❑ 'स्फिक्टर' माँसपेशी आमाशय से छोटी आंत्र में भोजन की निर्मुक्ति को नियंत्रित करती है।
- ❑ छोटी आंत्र, जो व्यापक कुंडलित होती है, की लम्बाई जीवों में उनके आहार के आधार पर भिन्न होती है।
- ❑ शाकाहारियों में 'सेलुलोज' पाचन के लिए लंबी आंत्रें होती हैं, जबकि बाघ जैसे माँसाहारी जीवों की आंत्रें छोटी होती हैं।

छोटी आंत्र का पाचन और अवशोषण

- ❑ छोटी आंत्र कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और वसा के पूर्ण पाचन के लिए प्राथमिक स्थल है।
- ❑ यकृत और अग्न्याशय से स्रावित पदार्थ आमाशय की अम्लीय सामग्री को निष्क्रिय कर देते हैं।
- ❑ यकृत से पित्त वसा को पायसीकृत करता है, जिससे एंजाइम क्रिया में सुविधा होती है। अग्न्याशय ट्रिप्सिन और लाइपेज जैसे पाचन एंजाइमों का स्राव करता है।

डेंटल प्लाक

दंत क्षय या दांतों की सड़न के कारण इनेमल और डेंटिन धीरे-धीरे मुलायम हो जाते हैं। यह तब शुरू होता है जब जीवाणु शर्करा पर क्रिया करते हुए अम्ल बनाते हैं जो इनेमल को नरम या अखनिजीकृत कर देते हैं। जीवाणु की कोशिकाओं के समूह भोजन के कणों के साथ मिलकर दांतों से चिपक जाते हैं और 'डेंटल प्लाक' का निर्माण करते हैं। लार अम्ल को अप्रभावी करने के लिए दांतों की सतह तक नहीं पहुँच पाती क्योंकि 'प्लाक' दांतों को ढक लेता है। खाने के बाद दांतों को ब्रश करने से जीवाणु द्वारा अम्ल बनाने से पहले 'प्लाक' हट जाता है। अगर इसका उपचार न किया जाए, तो सूक्ष्मजीव 'पल्प' पर आक्रमण कर सकते हैं, जिससे सूजन और संक्रमण हो सकता है।

बड़ी आंत्र (बृहदान्त्र) और अपशिष्ट निष्कासन

- ❑ बिना अवशोषित भोजन बड़ी आंत्र (बृहदान्त्र) में चला जाता है, जहाँ जल का अवशोषण होता है।
- ❑ अपशिष्ट पदार्थ गुदा के माध्यम से निष्कासित किया जाता है, जिसे गुदा-संकोचक (एनल-स्फिक्टर) द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

श्वसन

कोशिकीय श्वसन और ऊर्जा संश्लेषण

- जीव भोजन सामग्री से ऊर्जा प्राप्त करने के लिए कोशिकीय श्वसन के लिए विभिन्न मार्गों का उपयोग करते हैं।
- ग्लूकोज का 'पाइरूवेट' (तीन कार्बन वाला अणु) में विखंडन सामान्य प्रारंभिक चरण है, जो कोशिका द्रव्य में होता है।
- इसके अलावा, पाइरूवेट को 'इथेनॉल' और 'कार्बन डाइऑक्साइड' में परिवर्तित किया जा सकता है। यह प्रक्रिया खमीर में किण्वन के दौरान होती है। चूंकि यह प्रक्रिया वायु (ऑक्सीजन) की अनुपस्थिति में होती है, इसलिए इसे **अवायवीय श्वसन** कहा जाता है।



चित्र 14.23: विभिन्न पथों द्वारा ग्लूकोज का विखंडन

- ऑक्सीजन का उपयोग करके 'पाइरूवेट' का विघटन माइटोकॉन्ड्रिया में होता है।
- इस प्रक्रिया में तीन कार्बन वाले पाइरूवेट अणु को तोड़कर कार्बन डाइऑक्साइड के तीन अणु बनाए जाते हैं। इसका दूसरा उत्पाद जल है। चूंकि यह प्रक्रिया वायु (ऑक्सीजन) की उपस्थिति में होती है, इसलिए इसे **वायवीय श्वसन** कहा जाता है, जिससे अधिक ऊर्जा प्राप्त होती है।

अवायवीय श्वसन और लैक्टिक अम्ल का निर्माण

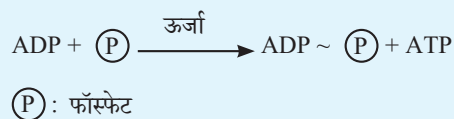
- अवायवीय श्वसन में, पाइरूवेट लैक्टिक अम्ल में परिवर्तित हो सकता है, जिससे ऑक्सीजन की कमी होने पर मांसपेशियों में ऐंठन हो सकती है।
- कोशिकीय श्वसन के दौरान मुक्त ऊर्जा तुरन्त ही ATP का संश्लेषण करती है, जो कोशिकीय गतिविधियों को ईंधन प्रदान करने के लिए एक महत्वपूर्ण अणु है।

वायवीय श्वसन और ऑक्सीजन निर्भरता

- वायवीय जीवों को कुशल वायवीय श्वसन प्रक्रिया के लिए पर्याप्त ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है, जिससे अधिक ऊर्जा निकलती है।
- पौधे रंध्रों के माध्यम से गैसों का आदान-प्रदान करते हैं, जिससे कार्बन डाइऑक्साइड और ऑक्सीजन के प्रसार के लिए वायु के साथ संपर्क सुनिश्चित होता है।

विचारणीय बिंदु

ATP अधिकांश कोशिकीय प्रक्रियाओं के लिए ऊर्जा मुद्रा है। श्वसन की प्रक्रिया के दौरान जारी ऊर्जा का उपयोग ADP और अकार्बनिक फॉस्फेट से ATP अणु बनाने के लिए किया जाता है।



कोशिका में ऊष्माशोषी प्रक्रियाओं के संचालन हेतु इस ATP का उपयोग किया जाता है। जब ATP में 'टर्मिनल फॉस्फेट लिंकेज' को जल का उपयोग करके विखंडित किया जाता है, तो 30.5 kJ/mol के बराबर ऊर्जा मुक्त होती है। विचार करें कि कैसे एक बैटरी कई अलग-अलग तरह के उपयोगों के लिए ऊर्जा प्रदान कर सकती है। इसका उपयोग यांत्रिक ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा आदि प्राप्त करने के लिए किया जा सकता है। इसी तरह, ATP का उपयोग कोशिकाओं में मांसपेशियों के संकुचन, प्रोटीन संश्लेषण, तंत्रिका आवेगों के संचालन और कई अन्य गतिविधियों के लिए किया जा सकता है।



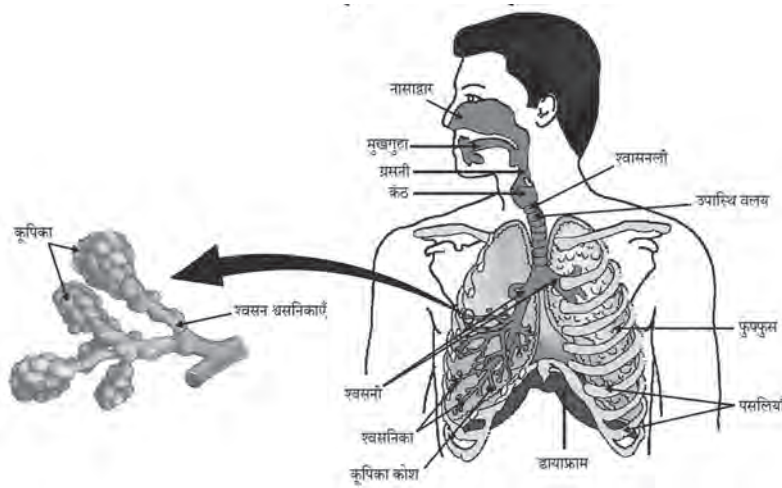
जीवों में ऑक्सीजन ग्रहण और कार्बन डाइऑक्साइड निष्कासन

- जीव ऑक्सीजन के अवशोषण और कार्बन डाइऑक्साइड के निष्कासन के लिए विविध अनुकूलन प्रदर्शित करते हैं।

- स्थलीय प्राणी वायुमंडलीय ऑक्सीजन से सांस लेते हैं, जबकि जलीय जीव, जैसे मछलियाँ, जल से घुली हुई ऑक्सीजन पर निर्भर रहते हैं।
- पशुओं के विभिन्न अंग ऑक्सीजन को अवशोषित करते हैं, जो अक्सर शरीर की संवेदनशील सतहों को सुरक्षित रखने के लिए शरीर के भीतर संरक्षित रहते हैं।

मानव श्वसन प्रणाली

- मानव श्वसन तंत्र ऑक्सीजन ग्रहण और कार्बन डाइऑक्साइड के उत्सर्जन को सुगम बनाता है।
- नासिका छिद्र आने वाली वायु को छानते और नम करते हैं, जो गले से होकर फेफड़ों में जाती है।
- उपास्थि वलय वायुमार्ग के संकुचन को रोकते हैं।
- फेफड़े कूपिका (एल्वियोलस) द्वारा निर्मित होते हैं, जहाँ रक्त वाहिकाओं के साथ गैसों का आदान-प्रदान होता है।



चित्र 14.24: मानव श्वसन तंत्र

श्वसन तंत्र और गैस विनिमय

- मनुष्यों में, सांस लेने से वक्ष गुहा फैलती है, जिससे वायु फेफड़ों में चली जाती है और कूपिका भर जाती है।
- श्वसन चक्र के दौरान, वायु की अवशिष्ट मात्रा गैस विनिमय के लिए पर्याप्त समय सुनिश्चित करती है।
- लाल रक्त कोशिकाओं में हीमोग्लोबिन श्वसन वर्णक के रूप में कार्य करता है, जो ऑक्सीजन परिवहन में सहायता करता है।
- कार्बन डाइऑक्साइड, जो जल में अधिक घुलनशील है, मुख्यतः रक्त में घुली हुई अवस्था में परिवहनित होती है।

विचारणीय बिंदु

फेफड़ों का कैंसर विश्व में होने वाली मौतों के सबसे आम कारणों में से एक है। श्वसन पथ के ऊपरी हिस्से में छोटी-छोटी रोम जैसी संरचनाएँ होती हैं जिन्हें 'सिलिया' कहते हैं। ये सिलिया सांस के साथ अंदर जाने वाली वायु से कीटाणुओं, धूल और दूसरे हानिकारक कणों को हटाने में मदद करते हैं। धूम्रपान इन रोमों को नष्ट कर देता है, जिसके कारण कीटाणु, धूल, धुआँ और दूसरे हानिकारक रसायन फेफड़ों में प्रवेश कर जाते हैं और संक्रमण, खाँसी और यहाँ तक कि फेफड़ों के कैंसर का कारण बनते हैं।



परिसंचरण तंत्र

मानव परिसंचरण तंत्र

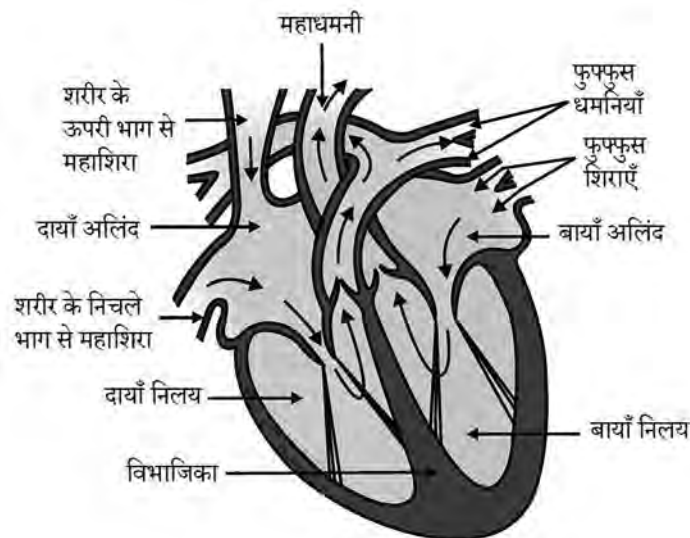
- रक्त, एक तरल संयोजी ऊतक है, जिसमें प्लाज्मा और कोशिकाएँ होती हैं।
- प्लाज्मा घुले हुए भोजन, कार्बन डाइऑक्साइड और नाइट्रोजनयुक्त अपशिष्टों का परिवहन करता है।
- लाल रक्त कोशिकाएँ ऑक्सीजन का परिवहन करती हैं।
- श्वेत रक्त कोशिकाएँ प्रतिरक्षा प्रतिक्रियाओं में शामिल होती हैं।

क्या आप जानते हैं?

- यदि वायुकोशीय सतह को फैलाया जाए, तो यह लगभग 80 वर्ग मीटर को कवर करेगी। विचार करें कि विनिमय के लिए उपलब्ध बड़ी सतह के कारण गैसों का विनिमय कितना कुशल हो जाता है।
- यदि विसरण द्वारा हमारे शरीर में ऑक्सीजन प्रवाहित हो, तो अनुमान है कि ऑक्सीजन के एक अणु को हमारे फेफड़ों से हमारे पैर के अंगूठे तक पहुँचने में 3 वर्ष लगेंगे।

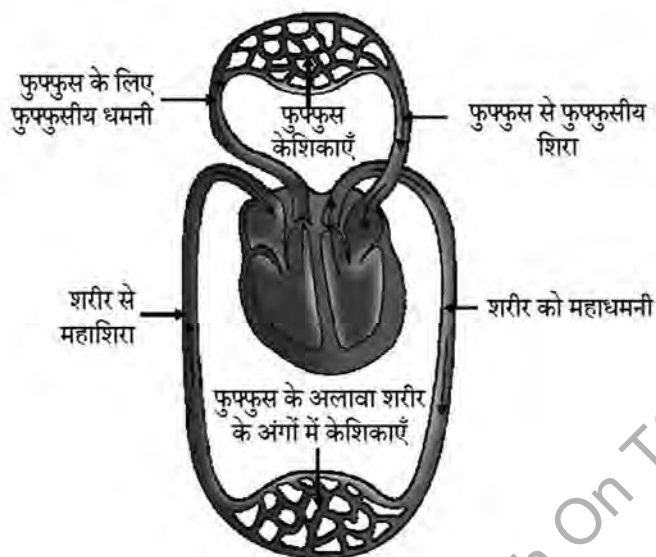
हृदय

- हृदय एक पेशीय अंग है, जिसमें चार कक्ष होते हैं: बायाँ आलिंद, बायाँ निलय, दायाँ आलिंद और दायाँ निलय।



चित्र 14.25: मानव हृदय का योजनाबद्ध अनुभागीय दृश्य

- कार्बन डाइऑक्साइड युक्त रक्त को फेफड़ों तक पहुँचना होता है ताकि कार्बन डाइऑक्साइड को हटाया जा सके और फेफड़ों से ऑक्सीजन युक्त रक्त को हृदय में वापस लाया जा सके। फिर इस ऑक्सीजन युक्त रक्त को शरीर के बाकी हिस्सों में पंप किया जाता है।
- आलिंद और निलय वाल्वों द्वारा समन्वित तरीके से संकुचित और शिथिल होते हैं।
- फेफड़ों से ऑक्सीजन युक्त रक्त हृदय के बाईं ओर पतली भित्ति वाले ऊपरी कक्ष, बाएँ आलिंद में आता है। जब यह रक्त एकत्रित कर रहा होता है तो बायाँ आलिंद शिथिल हो जाता है। फिर यह सिकुड़ता है, जबकि अगला कक्ष, बायाँ निलय शिथिल हो जाता है, ताकि रक्त उसमें स्थानांतरित हो जाए। जब पेशीय बायाँ निलय अपनी बारी में सिकुड़ता है, तो रक्त शरीर में पंप किया जाता है।
- शरीर से ऑक्सीजन रहित रक्त दाईं ओर ऊपरी कक्ष, दाएँ आलिंद में आता है, जब यह शिथिल होता है। जैसे ही दायाँ आलिंद सिकुड़ता है, उससे संबंधित निचला कक्ष, दायाँ निलय, फैलता है। यह रक्त को दाएँ निलय में स्थानांतरित करता है, जो फिर इसे ऑक्सीजन के लिए फेफड़ों में पंप करता है।



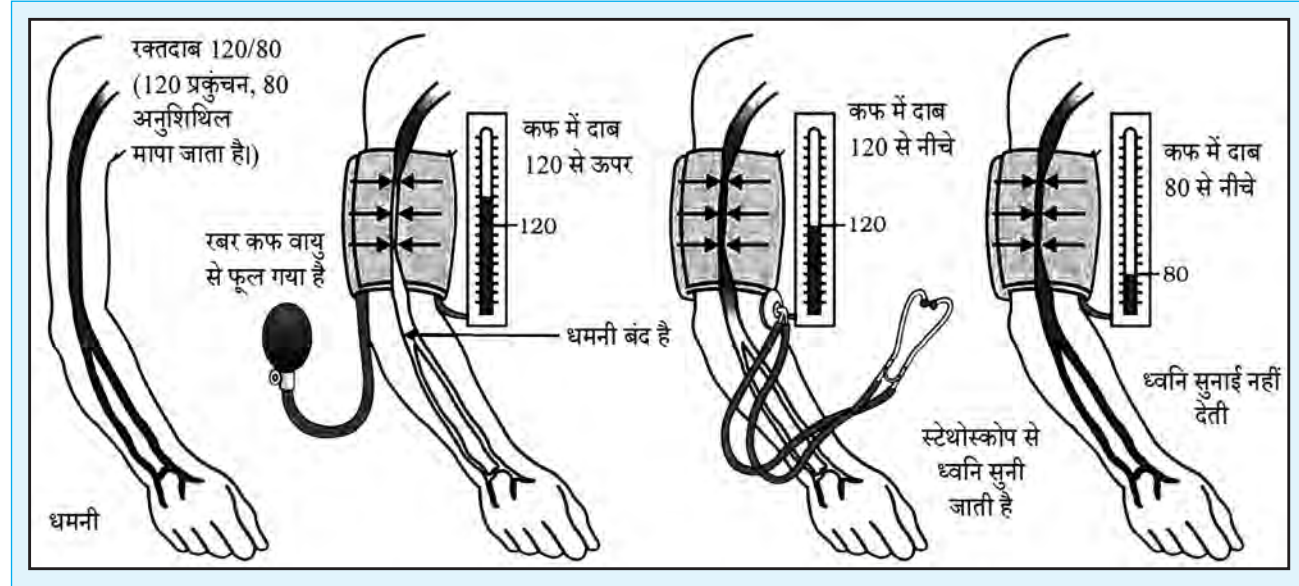
चित्र 14.26: ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड के परिवहन और विनिमय का योजनाबद्ध निरूपण

जंतुओं में परिसंचरण

- ❑ हृदय के दाएँ और बाएँ हिस्से को अलग करने से ऑक्सीजन युक्त और ऑक्सीजन रहित रक्त का मिश्रण रुक जाता है।
- ❑ पक्षियों और स्तनधारियों में कुशल ऑक्सीजन आपूर्ति के लिए चार-कक्षीय हृदय होते हैं, जबकि उभयचर और सरीसृपों में तीन-कक्षीय हृदय होते हैं।
- ❑ मछली में एकल परिसंचरण वाला दो-कक्षीय हृदय होता है।

रक्त वाहिकाएँ

- ❑ धमनियाँ मोटी, लोचदार दीवारों के साथ उच्च दाब में रक्त को हृदय से दूर ले जाती हैं।
- ❑ शिराएँ अंगों से रक्त एकत्रित करती हैं और इसे वाल्व युक्त हृदय में वापस भेजती हैं।
- ❑ केशिकाएँ, एक-कोशिका वाली मोटी वाहिकाएँ, रक्त और कोशिकाओं के बीच पदार्थों के आदान-प्रदान को सुगम बनाती हैं।
- ❑ कुशल परिसंचरण के लिए रक्तचाप बनाए रखना महत्वपूर्ण है।



प्लेटलेट्स और थक्का जमना

- ❑ रक्त में प्लेटलेट कोशिकाएँ चोट के स्थानों पर थक्का बनाने में मदद करती हैं, जिससे अत्यधिक रक्तस्राव को रोका जा सके।
- ❑ रक्त की हानि को कम करने और परिसंचरण तंत्र में दाब बनाए रखने के लिए थक्का बनाना आवश्यक है।

लसीका तंत्र

- ❑ लसीका एक रंगहीन तरल पदार्थ है जो प्लाज्मा, प्रोटीन और रक्त कोशिकाओं से बनता है और केशिका छिद्रों के माध्यम से ऊतकों में जाता है।
- ❑ लसीका, लसीका केशिकाओं में प्रवाहित होकर पचे हुए वसा का परिवहन करती है तथा अतिरिक्त तरल पदार्थ को वापस रक्त में प्रवाहित करती है।
- ❑ लसीका ग्रंथियाँ लसीका से अशुद्धियों को छानकर निकालती हैं।

पौधों में परिवहन

- ❑ पौधे CO_2 जैसे सरल यौगिक ग्रहण करते हैं और क्लोरोफिल युक्त अंगों, मुख्य रूप से पत्तियों में प्रकाश संश्लेषण करते हैं।
- ❑ मृदा नाइट्रोजन, फास्फोरस और खनिज जैसे कच्चे माल का एक समृद्ध स्रोत है।
- ❑ जड़ें, मृदा के संपर्क में आकर, पौधों की वृद्धि के लिए इन पदार्थों को अवशोषित करती हैं।
- ❑ जब मृदा के संपर्क वाले अंगों और क्लोरोफिल युक्त अंगों के बीच दूरी अधिक होती है तो कुशल परिवहन अत्यंत महत्वपूर्ण होता है।
- ❑ कम ऊर्जा आवश्यकता वाले पौधे अपेक्षाकृत धीमी परिवहन प्रणाली का उपयोग कर सकते हैं।
- ❑ जाइलम और फ्लोएम जल, खनिज और प्रकाश संश्लेषण के उत्पादों को स्थानांतरित करने के लिए स्वतंत्र रूप से व्यवस्थित संवाहक नलिकाएँ हैं।

जाइलम - जल परिवहन

- जड़ों, तनों और पत्तियों में वाहिकाएँ और वाहिनिकाएँ जल परिवहन के लिए परस्पर संबद्ध मार्गों का निर्माण करती हैं।
- जड़ कोशिकाओं में आयनों के सक्रिय अवशोषण से सांद्रता में अंतर उत्पन्न होता है, जिससे जल जड़ों में चला जाता है।
- वाष्पोत्सर्जन, अर्थात् पत्तियों से जलवाष्प का बाहर निकल जाना, चूषण क्रिया उत्पन्न करता है, जो जल को जड़ों से पत्तियों की ओर खींचता है।
- वाष्पोत्सर्जन तापमान नियमन में भी सहायता करता है।

फ्लोएम - खाद्य एवं पदार्थ परिवहन

- फ्लोएम के माध्यम से स्थानांतरण में प्रकाश संश्लेषण, अमीनो एसिड और अन्य पदार्थों के घुलनशील उत्पादों की गति शामिल होती है।
- सहभागी कोशिकाओं की सहायता से **सीव ट्यूब (Sieve Tubes)** ऊपर और नीचे स्थानांतरण को सुगम बनाती हैं।
- जाइलम के विपरीत, फ्लोएम में स्थानांतरण के लिए पदार्थ को स्थानांतरित करने और परासरणी दाब बढ़ाने के लिए ATP से ऊर्जा की आवश्यकता होती है।
- यह दाब पौधों की आवश्यकताओं के अनुसार पदार्थों को स्थानांतरित करने में मदद करता है, जैसे कलियों तक संगृहीत शर्करा को पहुँचाना।

उत्सर्जन

- उत्सर्जन शरीर से हानिकारक चयापचय अपशिष्टों को निकालने की जैविक प्रक्रिया है।
- विभिन्न जीव उत्सर्जन के लिए विभिन्न रणनीतियों का उपयोग करते हैं।
- एककोशिकीय जीव प्रायः शरीर की सतह से सरल विसरण का उपयोग करते हैं।
- बहुकोशिकीय जीव, जैसे मनुष्य और पौधे, उत्सर्जन के लिए विशेष अंगों या संरचनाओं का उपयोग करते हैं।

मनुष्यों में उत्सर्जन

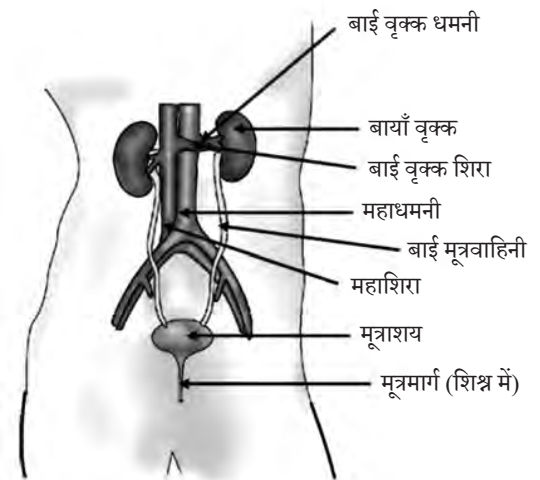
- मानव उत्सर्जन तंत्र में गुर्दे, मूत्रवाहिनी, मूत्राशय और मूत्रमार्ग शामिल हैं।
- गुर्दे वृक्काणु के माध्यम से रक्त से यूरिया या यूरिक अम्ल जैसे अपशिष्ट उत्पादों को छानते हैं।
- वृक्काणु में बोमन सम्पुट से जुड़ी पतली भित्ति वाली रक्त केशिकाएँ होती हैं।
- निस्पंदन में ग्लूकोज, अमीनो अम्ल, लवण और जल जैसे पदार्थों का चयनात्मक पुनःअवशोषण होता है।
- मूत्रवाहिनी गुर्दे को मूत्राशय से जोड़ती है, जहाँ मूत्र संगृहीत होता है।
- मूत्राशय, तंत्रिका नियंत्रण के अंतर्गत, मूत्रमार्ग के माध्यम से मूत्र निर्मुक्त करता है।

पादपों में उत्सर्जन

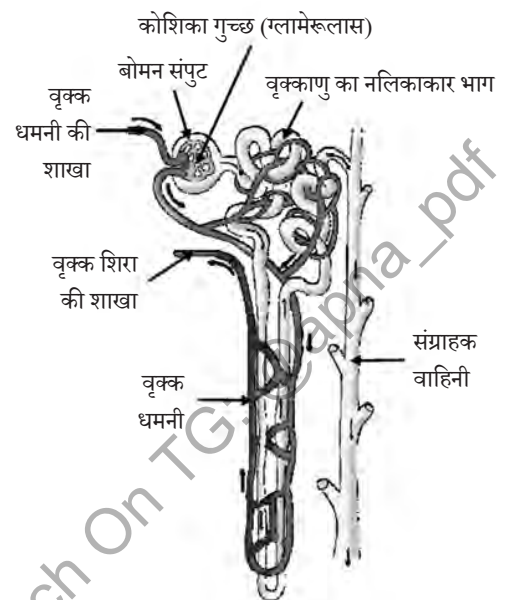
- पादप उत्सर्जन के लिए विभिन्न विधियों का उपयोग करते हैं।
- प्रकाश संश्लेषण का उपोत्पाद ऑक्सीजन, श्वसन के दौरान निर्मुक्त होता है।
- अतिरिक्त जल, वाष्पोत्सर्जन के माध्यम से समाप्त हो जाता है।
- अपशिष्ट उत्पादों को कोशिकीय रक्तिकाओं में या पत्तियों जैसे भागों में संगृहीत किया जा सकता है जो गिर जाती हैं।
- रेजिन, गोंद और अन्य अपशिष्ट पदार्थ, विशेष रूप से पुराने जाइलम में संगृहीत होते हैं।
- कुछ अपशिष्ट पदार्थ पौधे के आस-पास की मृदा में उत्सर्जित हो जाते हैं।



चित्र 14.27: वृक्ष में वाष्पोत्सर्जन के समय जल की गति



चित्र 14.28: मानव में उत्सर्जन तंत्र



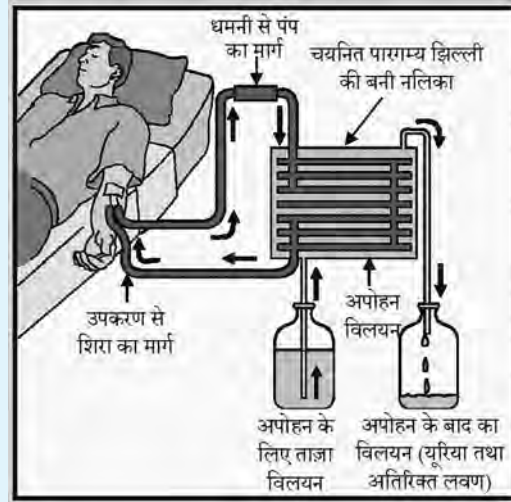
चित्र 14.29: नेफ्रॉन की संरचना

जंतुओं और पादपों के उत्सर्जन की तुलना

- मनुष्यों सहित सभी जीवों में अपशिष्ट को कुशलतापूर्वक हटाने के लिए विशिष्ट उत्सर्जक अंग होते हैं।
- पादप अपशिष्ट प्रबंधन के लिए विभिन्न संरचनाओं, भंडारण तंत्रों और भागों के प्रवाह का उपयोग करते हैं।
- दोनों जीव अपनी शारीरिक विशेषताओं और पर्यावरणीय अंतःक्रियाओं के आधार पर रणनीति अपनाते हैं।

कृत्रिम वृक्क (अपोहन)

- किडनी फेल होने की स्थिति में 'कृत्रिम किडनी' का प्रयोग किया जा सकता है। कृत्रिम किडनी डायलिसिस के माध्यम से रक्त से नाइट्रोजन युक्त अपशिष्ट उत्पादों को निकालने का एक उपकरण है।
- कृत्रिम किडनी में अर्द्ध-पारगम्य झिल्ली वाली कई नलियाँ होती हैं, जो 'डायलाइजिंग' द्रव से भरे टैंक में लटकी होती हैं। इस द्रव का परासरणी दाब रक्त के समान ही होता है, इसमें नाइट्रोजन युक्त अपशिष्ट नहीं होते। रोगी के रक्त को इन नलिकाओं से गुजारा जाता है। इस मार्ग के दौरान, रक्त से अपशिष्ट उत्पाद विसरण द्वारा 'डायलाइजिंग' द्रव में चले जाते हैं। शुद्ध रक्त को रोगी के शरीर में वापस पंप किया जाता है। यह किडनी के कार्य के समान है, लेकिन इसमें भिन्नता है क्योंकि इसमें पुनः अवशोषण शामिल नहीं होता। आम तौर पर, एक स्वस्थ वयस्क में, किडनी में प्रारंभिक निर्यंद प्रतिदिन लगभग 180 लीटर होता है। हालाँकि, वास्तव में उत्सर्जित मात्रा प्रतिदिन केवल एक या दो लीटर होती है, क्योंकि शेष निर्यंद गुर्दे की नलिकाओं में पुनः अवशोषित हो जाता है।



अंगदान

अंगदान एक उदार कार्य है जिसमें किसी ऐसे व्यक्ति को अंगदान किया जाता है जो अंग (अंगों) के कार्य न करने की समस्या से पीड़ित है। अंगदान दाता और उसके परिवार की सहमति से किया जा सकता है। कोई भी व्यक्ति चाहे वह किसी भी उम्र या लिंग का हो, अंग और उतक दाता बन सकता है। अंग प्रत्यारोपण किसी व्यक्ति के जीवन को बचा सकता है या बदल सकता है। प्रत्यारोपण की आवश्यकता इसलिए होती है क्योंकि प्राप्तकर्ता का अंग क्षतिग्रस्त हो गया है या बीमारी या चोट के कारण विफल हो गया है। अंग प्रत्यारोपण में अंग को एक व्यक्ति (अंग दाता) से शल्य चिकित्सा द्वारा निकाला जाता है और दूसरे व्यक्ति (प्राप्तकर्ता) में प्रत्यारोपित किया जाता है। अंग प्रत्यारोपण में कॉर्निया, गुर्दे, हृदय, यकृत, अग्न्याशय, फेफड़े, आंत और अस्थि मज्जा शामिल हैं। अधिकांश अंग और उतक दान, दाता की मृत्यु के तुरंत बाद या जब डॉक्टर किसी व्यक्ति को ब्रेन डेड घोषित करता है, तब होते हैं। लेकिन कुछ अंग जैसे कि गुर्दे, यकृत का हिस्सा, फेफड़े, आदि और उतक दान, दाता के जीवित रहते हुए भी दान किए जा सकते हैं।

हमने जीवित जीवों के रखरखाव कार्यों में शामिल जीवन प्रक्रियाओं को देखा। जीवों में गति केवल वृद्धि से ही जुड़ी नहीं होती बल्कि यह पर्यावरण के प्रति प्रतिक्रिया भी होती है। यह नियंत्रित गति जीवित रहने के लिए महत्वपूर्ण है और यह जीव की अपने आस-पास की घटनाओं को पहचानने और उन पर प्रतिक्रिया करने की क्षमता से जुड़ी है। इसे प्राप्त करने के लिए, जीवित जीव नियंत्रण और समन्वय के लिए विशेष उतकों का उपयोग करते हैं, जो बहुकोशिकीय जीवों में शरीर संगठन के समग्र सिद्धांतों के अनुरूप होता है।

जीवों में नियंत्रण और समन्वय - तंत्रिका तंत्र

- जीवों में नियंत्रण और समन्वय तंत्रिका और मांसपेशियों के उतकों द्वारा सुगम बनाया जाता है।
- पर्यावरणीय उत्प्रेरकों का पता लगाने और प्रतिक्रिया करने में संवेदी अंगों में स्थित ग्राहियों के साथ विशेष तंत्रिका कोशिकाएँ शामिल होती हैं।
- तंत्रिका कोशिका के द्रूमिका (डेनड्राइट्स) के सिरे पर प्राप्त जानकारी एक रासायनिक प्रतिक्रिया को सक्रिय करती है, जिससे विद्युत आवेग उत्पन्न होता है।

तंत्रिका आवेग संचरण

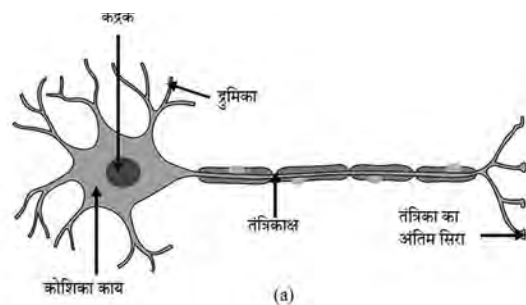
तंत्रिका आवेग एक सामान्य योजना का पालन करते हैं:

- सूचना 'डेंड्राइटिक' सिरे पर प्राप्त की जाती है।
- रासायनिक प्रतिक्रिया से विद्युत आवेग उत्पन्न होता है।
- आवेग 'डेंड्राइट' से कोशिकीय भाग तक जाता है, फिर अक्षतंतु के साथ उसके सिरे तक जाता है।

- अक्षतंतु सिरे पर, रसायन निर्मुक्त होते हैं, जो 'सिनैप्स' को पार करके अगले न्यूरॉन में समान आवेग आरंभ करते हैं।
- 'सिनैप्स' आवेगों को अन्य कोशिकाओं, जैसे मांसपेशी कोशिकाओं या ग्रंथियों तक संचारित करने की अनुमति देता है।

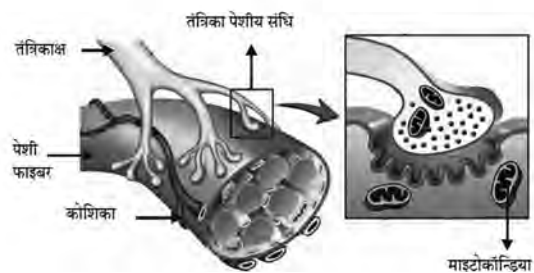
तंत्रिका ऊतक संरचना

- तंत्रिका ऊतक तंत्रिका कोशिकाओं या न्यूरॉन्स का एक संगठित नेटवर्क है।
- न्यूरॉन विद्युत आवेगों के माध्यम से सूचना का संचालन करने में विशेषज्ञ होते हैं।
- चित्र 14.15 (a) में पहचाने जाने योग्य भागों के साथ एक न्यूरॉन दर्शाया गया है:
 - डेंड्राइटिक सिरे पर सूचना की प्राप्ति
 - अक्षतंतु के साथ विद्युत आवेग के रूप में सूचना का संचरण।
 - आवेग का 'सिनैप्स' पर आगे संचरण के लिए रासायनिक संकेत में रूपांतरण।



समग्र कार्य

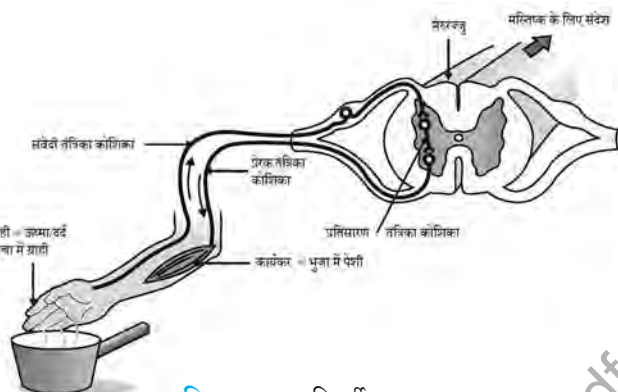
- तंत्रिका ऊतक विद्युत आवेगों के रूप में सूचना के प्रसारण को सक्षम बनाता है।
- ये आवेग न्यूरॉन्स के माध्यम से सूचना अधिग्रहण स्थल से प्रतिक्रिया स्थल (जैसे, मांसपेशी कोशिकाएँ या ग्रंथियाँ) तक यात्रा करते हैं।
- तंत्रिका ऊतक की समन्वित क्रिया जीवों को उत्तेजनाओं का तेजी से पता लगाने और उन पर प्रतिक्रिया करने की अनुमति देती है।



चित्र 14.30: (a) तंत्रिका कोशिका का चित्र
(b) तंत्रिका पेशीय संधि

प्रतिवर्ती क्रियाएँ

- प्रतिवर्ती क्रियाएँ पर्यावरणीय उत्प्रेरकों के प्रति आकस्मिक, स्वचालित प्रतिक्रियाएँ होती हैं।
- ये सचेत विचार या नियंत्रण की भावना के बिना घटित होती हैं।
- उदाहरणों में शामिल हैं: खतरे से दूर कूदना या दर्द से पीछे हटना।
- प्रतिवर्ती स्थितियों में प्रतिक्रियाएँ त्वरित होती हैं और उनमें सचेत चिंतन शामिल नहीं होता।
- 'लौ' को छूना एक अविलंबित और खतरनाक स्थिति है जिसके लिए त्वरित प्रतिक्रिया की आवश्यकता होती है।
- चिंतन में कई न्यूरॉन्स से तंत्रिका आवेगों की जटिल अंतःक्रिया शामिल होती है।
- शरीर में चिंतन संबंधी ऊतक कपाल में स्थित न्यूरॉन्स के सघन जाल द्वारा निर्मित होते हैं।

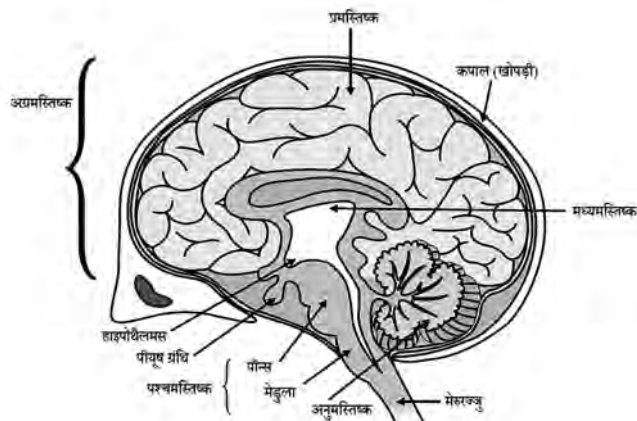


चित्र 14.31: प्रतिवर्ती चाप

- मस्तिष्क शरीर के विभिन्न भागों से संकेत प्राप्त करता है, उनके बारे में चिंतन करता है और तदनुसार प्रतिक्रिया करता है।
- संकेत प्राप्ति और मांसपेशियों की गतिविधि के निर्देश के लिए मस्तिष्क को शरीर के विभिन्न भागों की तंत्रिकाओं से जुड़ने की आवश्यकता होती है।
- यदि चिंतन में जटिल अंतःक्रियाएँ शामिल हैं, तो किसी गर्म वस्तु को छूने पर प्रतिक्रिया में बहुत अधिक समय लग सकता है, जिससे जलन हो सकती है।
- प्रतिवर्ती चाप (रिफ्लेक्स आर्क) जटिल चिंतन में विलंब की समस्या के लिए एक डिजाइन समाधान है।
- प्रतिवर्ती चाप उत्प्रेरक का पता लगाने वाली तंत्रिकाओं और मांसपेशियों की गति को नियंत्रित करने वाली तंत्रिकाओं के बीच एक प्रत्यक्ष संबंध है।
- ये संबंध मेरुदण्ड में निर्मित होते हैं, जहाँ शरीर के विभिन्न हिस्सों से तंत्रिकाएँ मस्तिष्क तक पहुँचने के मार्ग में मिलती हैं।
- मेरुदण्ड प्रतिवर्ती चाप का निर्माण करती है, जिससे जटिल चिंतन की आवश्यकता के बिना त्वरित सूचना पहचान और आगत प्रतिक्रिया संभव हो जाती है।
- प्रतिवर्ती चाप, जानवरों में त्वरित प्रतिक्रियाओं के लिए कुशल तंत्र के रूप में विकसित हुए हैं।
- कई जीव, जिनमें चिंतन के लिए जटिल न्यूरॉन नेटवर्क की कमी होती है, प्रतिवर्ती चाप पर निर्भर करते हैं।
- जटिल न्यूरॉन नेटवर्क के साथ भी, प्रतिवर्ती चाप उत्तेजनाओं के प्रति तीव्र प्रतिक्रिया के लिए अधिक कुशल बने रहते हैं।

मानव मस्तिष्क

- प्रतिवर्ती क्रियाएँ मेरुदंड का एकमात्र कार्य नहीं है।
- रीढ़ की हड्डी तंत्रिकाओं से बनी होती है जो सोचने के लिए जानकारी प्रदान करती है।
- जटिल चिंतन और तंत्रिका संबंध मुख्य रूप से मस्तिष्क में होते हैं।
- मस्तिष्क और रीढ़ की हड्डी मिलकर केंद्रीय तंत्रिका तंत्र (CNS) का निर्माण करते हैं।



चित्र 14.32: मानव मस्तिष्क

- CNS शरीर के सभी अंगों से सूचना को एकीकृत करता है।
- परिधीय तंत्रिका तंत्र में मस्तिष्क से जुड़ी कपाल तंत्रिकाएँ और रीढ़ की हड्डी से जुड़ी मेरुजंघा तंत्रिकाएँ शामिल होती हैं। यह केंद्रीय तंत्रिका तंत्र और शरीर के अन्य भागों के बीच संचार को सुगम बनाता है।
- **मस्तिष्क के तीन प्रमुख क्षेत्र हैं: अग्र-मस्तिष्क, मध्य-मस्तिष्क और पश्च-मस्तिष्क।**
- प्राथमिक चिंतन केंद्र के रूप में कार्य करते हुए, अग्र-मस्तिष्क संवेदी आवेगों को प्राप्त करता है।
- सुनने, सूंघने, देखने आदि के लिए विशेष क्षेत्र अग्र-मस्तिष्क के भीतर मौजूद होते हैं।
- संबंधित भाग संवेदी जानकारी की व्याख्या करते हैं और निर्णय लेते हैं।
- संचालनीय भाग स्वैच्छिक मांसपेशीय गतिविधियों को नियंत्रित करते हैं।
- प्रतिवर्ती क्रियाएँ और ऐच्छिक क्रियाओं के बीच अनैच्छिक मांसपेशी गतिविधियाँ होती हैं।
- लार टपकाना या दिल की धड़कन जैसी अनैच्छिक क्रियाएँ मध्य-मस्तिष्क और पश्च-मस्तिष्क द्वारा नियंत्रित होती हैं।
- पश्च-मस्तिष्क में स्थित मेडुला रक्तचाप, लार स्राव और उल्टी सहित कई अनैच्छिक क्रियाओं को नियंत्रित करता है।
- पश्च-मस्तिष्क का एक भाग, सेरिबेलम स्वैच्छिक क्रियाओं में सटीकता के लिए जिम्मेदार होता है।
- सेरिबेलम शरीर की मुद्रा और संतुलन को बनाए रखता है।
- सेरिबेलम चलने, साइकिल चलाने और वस्तुओं को उठाने जैसी गतिविधियों के लिए महत्वपूर्ण है।
- मस्तिष्क चिंतन और स्वैच्छिक क्रियाओं की अनुमति देता है।
- अनैच्छिक क्रियाओं को मध्य-मस्तिष्क और पश्च-मस्तिष्क द्वारा नियंत्रित किया जाता है।
- अनैच्छिक क्रियाएँ मध्य-मस्तिष्क और पश्च-मस्तिष्क द्वारा नियंत्रित होती हैं। विभिन्न मस्तिष्क क्षेत्रों की जटिल लागत और आगत को एकीकृत करने के लिए जिम्मेदार है, जो सचेत नियंत्रण के बिना विभिन्न शारीरिक कार्यों को सक्षम बनाता है।

संवेदनशील अंगों की सुरक्षा

- मस्तिष्क, एक संवेदनशील अंग है जो विभिन्न गतिविधियों के लिए महत्वपूर्ण है, यह एक अस्थि संरचना द्वारा सुरक्षित होता है।
- इस संरचना के अंदर मस्तिष्क एक तरल पदार्थ से भरे क्षेत्र में होता है, जो अतिरिक्त आघात अवशोषण प्रदान करता है।
- कशेरुकीय दण्ड या रीढ़ की हड्डी मेरुदंड की रक्षा करती है।

तंत्रिका ऊतक का क्रिया संबंधी कार्य

- तंत्रिका ऊतक जानकारी एकत्रित करता है, उसे संसाधित करता है और उसे क्रिया के लिए मांसपेशियों तक पहुँचाता है।
- जब क्रिया या गति करनी होती है, तो पेशीय ऊतक अंतिम कार्य निष्पादित करता है।
- मांसपेशी कोशिकाएँ अपना आकार बदलकर गति करती हैं, जिससे वे छोटी हो जाती हैं।
- मांसपेशी कोशिकाओं में विशेष प्रोटीन, तंत्रिका विद्युत आवेगों की प्रतिक्रिया में आकार और व्यवस्था में परिवर्तन से गुजरते हैं।
- प्रोटीन व्यवस्था में इन परिवर्तनों के परिणामस्वरूप मांसपेशी कोशिकाएँ एक छोटा रूप अपना लेती हैं।
- मांसपेशियों के विभिन्न प्रकार होते हैं, जिनमें स्वैच्छिक मांसपेशियाँ और अनैच्छिक मांसपेशियाँ शामिल हैं।
- मांसपेशियों के प्रकारों में भिन्नता, स्वैच्छिक और अनैच्छिक, शरीर में तंत्रिका संकेतों और कार्यों के प्रति उनकी अलग-अलग प्रतिक्रियाओं से उत्पन्न होती हैं।

पादपों में समन्वय

- पादपों में तंत्रिका तंत्र और मांसपेशियाँ नहीं होती हैं, फिर भी वे उत्तेजनाओं के प्रति प्रतिक्रिया प्रदर्शित करते हैं।
- पादपों में दो तरह की गति देखी जाती है: उत्तेजनाओं के प्रति तत्काल प्रतिक्रिया और वृद्धि के कारण गति।

उत्तेजना के प्रति तत्काल प्रतिक्रिया

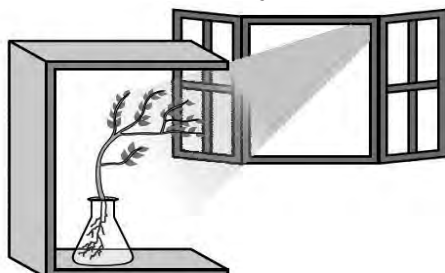
- संवेदनशील पादप स्पर्श के प्रति प्रतिक्रिया में तीव्र गति प्रदर्शित करते हैं।
- कोशिकाओं के बीच संचार के लिए विद्युत-रासायनिक साधनों का उपयोग किया जाता है, भले ही सूचना संवहन के लिए कोई विशेष ऊतक न हो।
- जंतुओं के विपरीत, पादपों की कोशिकाएँ जल की मात्रा में परिवर्तन करके अपना आकार बदलती हैं, जिसके परिणामस्वरूप वे प्रकुंचित या संकुचित हो जाती हैं और परिणामस्वरूप उनमें गति आ जाती है।



चित्र 14.33: छुई-मुई का पौधा

विकास के कारण गति

- पौधे प्रकाश और गुरुत्वाकर्षण जैसे पर्यावरणीय उत्तेजनाओं के प्रति अनुक्रिया में प्रकाशानुवर्तन और गुरुत्वानुवर्तन जैसी अनुवर्तनिक गतिविधियाँ प्रदर्शित करते हैं।
- प्रकाशानुवर्तन गति में अंकुर प्रकाश की ओर झुकते हैं, जबकि जड़ें प्रकाश से दूर झुकती हैं।



चित्र 14.34: प्रकाश की दिशा में पादप की अनुक्रिया



चित्र 14.35: गुरुत्वानुवर्तन दिखाता पादप

- गुरुत्वानुवर्तन पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण बल के प्रत्युत्तर में अंकुरों की ऊपर की ओर वृद्धि और जड़ों की नीचे की ओर वृद्धि को निर्धारित करता है।
- इसके अतिरिक्त, पौधे क्रमशः जल और रसायनों के प्रति प्रतिक्रिया करते हुए जलानुवर्तन और रसायनानुवर्तन प्रदर्शित करते हैं। उदाहरण के लिए, पराग नलिकाएँ प्रजनन के दौरान बीजांड की ओर बढ़ते समय रसायनानुवर्तन (केमोट्रोपिज्म) प्रदर्शित करती हैं।

- ❑ बहुकोशिकीय जीवों में सूचना के संचार में त्वरित प्रतिक्रियाएँ शामिल होती हैं, जैसे संवेदनशील पौधे की स्पर्श से प्रेरित तीव्र गति और धीमी प्रतिक्रिया, जैसे सूरजमुखी का दिन और रात के अनुसार समायोजन करना।
- ❑ पौधों और प्राणियों दोनों के शरीर में नियंत्रित दिशात्मक वृद्धि होती है, जो उत्तेजनाओं के प्रति त्वरित प्रतिक्रिया के लिए तीव्र सूचना हस्तांतरण की आवश्यकता पर बल देती है।

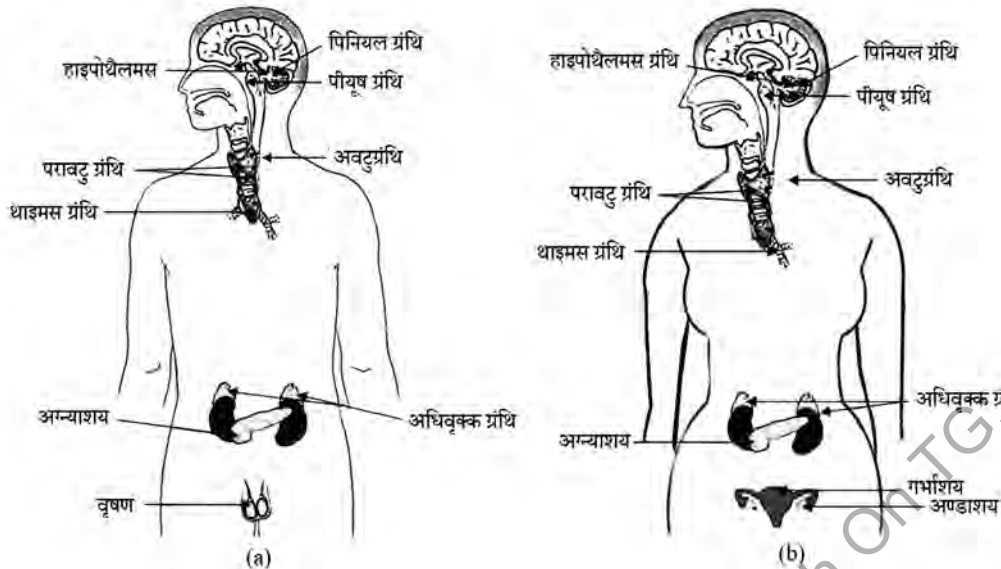
पौधों में रासायनिक संचार

- ❑ पौधों सहित बहुकोशिकीय जीव समन्वय के लिए रासायनिक संचार का उपयोग करते हैं।
- ❑ हॉर्मोन, विविध यौगिक, उत्तेजित कोशिकाओं द्वारा स्रावित होते हैं और अन्य कोशिकाओं तक पहुँचकर वृद्धि, विकास और पर्यावरण के प्रति प्रतिक्रियाओं का समन्वय करते हैं।
- ❑ पादप हॉर्मोन के उदाहरणों में ऑक्सिन, जिबरेलिन, साइटोकाइनिन और एब्सिसिक अम्ल शामिल हैं।
- ❑ ऑक्सिन बढ़ते हुए अंकुरों में कोशिका वृद्धि और प्रकाश की ओर आकर्षण को बढ़ावा देते हैं।
- ❑ जिबरेलिन तने की वृद्धि में सहायता करते हैं।
- ❑ साइटोकाइनिन कोशिका विभाजन को उत्तेजित करते हैं, विशेष रूप से फलों और बीजों जैसे तीव्र वृद्धि वाले क्षेत्रों में।
- ❑ एब्सिसिक अम्ल वृद्धि को बाधित करता है तथा पत्तियों के मुरझाने जैसे प्रभावों से जुड़ा हुआ है।
- ❑ पादप हॉर्मोन पौधों में विभिन्न शारीरिक प्रक्रियाओं को विनियमित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जो उत्तेजनाओं और पर्यावरणीय परिस्थितियों के प्रति संतुलित प्रतिक्रिया सुनिश्चित करते हैं।

जीवों में हॉर्मोन

जीवों में उत्तेजनाओं के प्रति त्वरित प्रतिक्रियाएँ

- ❑ जब कोई गिलहरी तनाव, परेशानी आदि के कारण एक विशेष स्थिति में आ जाती है, तो उसका शरीर हॉर्मोन स्रावित करना शुरू कर देता है, जो उसे तुरंत भागने या लड़ने के लिए प्रतिक्रिया करने में मदद करता है।
- ❑ उदाहरण के लिए, एड्रिनेलिन, अधिवृक्क ग्रंथियों से स्रावित होता है, जो रक्त प्रवाह में निर्मुक्त होता है, तथा विभिन्न ऊतकों और अंगों तक पहुँचता है। यह हॉर्मोन हृदय गति को बढ़ाकर, रक्त प्रवाह को पुनर्निर्देशित करके, तथा श्वास को तेज करके शरीर को लड़ने या भागने के लिए तैयार करता है।
- ❑ हॉर्मोनों द्वारा सुगम बनाया जाने वाला यह रासायनिक संकेतन, अंतःस्रावी तंत्र का एक महत्वपूर्ण पहलू है, जो जीव शरीर में नियंत्रण और समन्वय के द्वितीयक माध्यम के रूप में कार्य करता है।



चित्र 14.36: मनुष्य में अंतःस्रावी ग्रंथियाँ (a) पुरुष, (b) महिला

वृद्धि और विकास के लिए हॉर्मोन्स का विनियमन

- जीव हॉर्मोन भी वृद्धि और विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
- शरीर में अन्य अंतःस्रावी ग्रंथियों में थायरॉयड, अग्न्याशय और अधिवृक्क ग्रंथियाँ शामिल हैं।
- थायरोक्सिन हॉर्मोन, आयोडीन की सहायता से थायरॉयड ग्रंथि में संश्लेषित होता है, जो कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और वसा के चयापचय को नियंत्रित करता है, तथा संतुलित विकास में सहायक है।
- थायरॉयड से संबंधित रोगों के उदाहरण में घेंघा है, जो थायरोक्सिन के अपर्याप्त स्राव के कारण होता है।
- अग्न्याशय से संबंधित रोग का उदाहरण: मधुमेह, जो इंसुलिन के अपर्याप्त उत्पादन के कारण होता है।
- अधिवृक्क ग्रंथियाँ रक्त में उचित लवण संतुलन बनाए रखने के लिए हॉर्मोन स्रावित करती हैं।
- अधिवृक्क ग्रंथियाँ एड्रिनैलिन का भी उत्पादन करती हैं, जो तनाव (क्रोध, शर्मिंदगी या चिंता) के प्रति शरीर की प्रतिक्रिया में सहायक है।
- थायरॉयड और अधिवृक्क ग्रंथियाँ पीयूष ग्रंथि द्वारा निर्देशित होकर हॉर्मोन स्रावित करती हैं।
- पीयूष ग्रंथि वृद्धि हॉर्मोन स्रावित करती है, जो समग्र वृद्धि और विकास को नियंत्रित करता है। बाल्यावस्था में वृद्धि हॉर्मोन की कमी से बौनापन हो सकता है।
- युवा अवस्था से संबंधित परिवर्तन पुरुषों में टेस्टोस्टेरोन और महिलाओं में एस्ट्रोजन के स्राव के कारण होते हैं।

तालिका 14.1: कुछ महत्वपूर्ण हॉर्मोन और उनके कार्य

क्रम	हॉर्मोन	अंतःस्रावी ग्रंथि	कार्य
1.	ग्रोथ हॉर्मोन	पीयूष ग्रंथि	सभी अंगों में विकास को उत्प्रेरित करता है
2.	थायरोक्सिन	थायरॉयड ग्रंथि	शरीर के विकास के लिए चयापचय को नियंत्रित करता है
3.	इंसुलिन	अग्न्याशय	रक्त शर्करा के स्तर को नियंत्रित करता है
4.	टेस्टोस्टेरोन	वृषण	कामेच्छा, माँसपेशियों और शारीरिक बल को नियंत्रित करता है
5.	एस्ट्रोजन और प्रोजेस्टेरोन	अंडाशय	महिलाओं में यौन अंगों का विकास, मासिक धर्म चक्र को नियंत्रित करना आदि।
6.	एड्रिनैलिन	एड्रिनल ग्रंथि	चयापचय, प्रतिरक्षा प्रणाली, रक्तचाप को नियंत्रित करता है
7.	स्रावित हॉर्मोन	हाइपोथैलेमस	हॉर्मोन स्रावित करने के लिए पिट्यूटरी ग्रंथि को उत्प्रेरित करता है

हॉर्मोन और रक्त शर्करा का विनियमन

- हॉर्मोन शारीरिक संतुलन बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण हैं, जो कि इंसुलिन का कार्य है।
- अग्न्याशय रक्त शर्करा के स्तर को नियंत्रित करने के लिए इंसुलिन का उत्पादन करता है।
- मधुमेह से पीड़ित व्यक्तियों को रक्त शर्करा को नियंत्रित करने के लिए इंसुलिन इंजेक्शन की आवश्यकता हो सकती है।
- प्रतिक्रिया तंत्र हॉर्मोन स्राव के उचित समय और मात्रा को सुनिश्चित करता है। उदाहरण के लिए, अग्न्याशय रक्त शर्करा के स्तर में परिवर्तन के कारणों को ज्ञात करता है और संतुलन बनाए रखने के लिए इंसुलिन के स्राव को समायोजित करता है।
- इसलिए, हॉर्मोन जीव शरीर विज्ञान में विविध भूमिका निभाते हैं, जो तत्काल प्रतिक्रियाओं और दीर्घकालिक वृद्धि और विकास दोनों में सहायक हैं।

विचारणीय बिंदु

हाइपोथैलेमस कई हॉर्मोनों के स्राव में महत्वपूर्ण भूमिका है। उदाहरण के लिए, जब वृद्धि हॉर्मोन का स्तर कम होता है, तो हाइपोथैलेमस वृद्धि हॉर्मोन को स्रावित करने वाले कारक को उत्तेजित करता है जो पीयूष ग्रंथि को वृद्धि हॉर्मोन स्रावित करने के लिए उत्प्रेरित करता है।

**कीटों और मेंढकों के जीवन चक्र को पूरा करने में हॉर्मोन की भूमिका**

- मेंढक के जीवन चक्र में टैडपोल से वयस्क अवस्था में रूपांतरण शामिल है।
- रूपांतरण लार्वा से वयस्क में परिवर्तन होता है।
- कीटों में, रूपांतरण कीट हॉर्मोन द्वारा नियंत्रित होता है।
- मेंढकों में, रूपांतरण थायरोक्सिन द्वारा नियंत्रित होता है, जो थायरॉयड ग्रंथि द्वारा उत्पादित एक हॉर्मोन है।
- मेंढकों में थायरोक्सिन उत्पादन के लिए जल में मौजूद आयोडीन की आवश्यकता होती है।
- यदि जल में पर्याप्त आयोडीन न हो तो टैडपोल का वयस्क में रूपांतरण नहीं होता है।

जीव प्रजनन करते हैं। इस तथ्य के बावजूद कि यह किसी जीव के जीवन को बनाए रखने के लिए आवश्यक नहीं है। यद्यपि प्रजनन के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है, लेकिन किसी प्रजाति में प्रजनन हेतु व्यष्टियों की अधिकता ही हमारा ध्यान आकर्षित करती है। प्रजनन के बिना, एक भी गैर-प्रजनन करने वाले जीव का अस्तित्व नहीं है। एक प्रजाति में व्यष्टियों के बीच समानता हमें उन्हें पहचानने और वर्गीकृत करने में सहायक होती है। प्रजनन जीवों की समग्र जीवन प्रक्रियाओं और संगठन में योगदान देता है। अतः, संक्षेप में, प्रजनन एक प्रजाति की निरंतरता और पहचान करने योग्य लक्षणों की निरंतरता को सुनिश्चित करता है।

प्रजनन और आनुवंशिक भिन्नता

- जीव समान शारीरिक संरचना के कारण दिखने में समानता प्रदर्शित करते हैं, जो समान संरचना पर आधारित है। मूलतः प्रजनन में DNA में संगृहीत इन ब्लूप्रिंट की प्रतिलिपि बनाना शामिल है।
- कोशिका के नाभिक में गुणसूत्र नामक अणु को धारण करते हैं, जिसमें आनुवंशिक सूचना होती है।
- DNA प्रोटीन संश्लेषण के लिए सूचना स्रोत के रूप में कार्य करता है, और DNA में भिन्नता के कारण विविध प्रोटीन का उत्पादन होता है, जो शरीर की संरचना को प्रभावित करता है।
- प्रजनन की शुरुआत रासायनिक प्रतिक्रियाओं के माध्यम से DNA प्रतिलिपि के निर्माण से होती है।
- कोशिकाओं में विभाजन होता है, जिसके कारण DNA प्रतियों को अलग-अलग कोशिकाओं में विभाजित करना आवश्यक हो जाता है, जिनमें से प्रत्येक में अपना कोशिकीय तंत्र होता है।
- DNA प्रतिलिपिकरण प्रतिक्रियाओं की सटीकता मूल और प्रतिलिपिकृत DNA के बीच समानता को निर्धारित करती है।
- जैव-रासायनिक प्रतिक्रियाओं में स्वाभाविक रूप से भिन्नताएँ होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप उत्पन्न DNA प्रतियों में सूक्ष्म अंतर होते हैं।
- जीवित कोशिकाएँ सदृश्य होती हैं, लेकिन जरूरी नहीं कि वे समरूप हों, क्योंकि कुछ भिन्नताएँ इतनी महत्वपूर्ण हो सकती हैं कि कोशिका अक्रियाशील हो जाए, जिससे उसकी मृत्यु हो सकती है।
- प्रजनन के दौरान भिन्नता की अंतर्निहित प्रवृत्ति विकास का आधार बनती है।
- ये सूक्ष्म आनुवंशिक अंतर, आने वाली पीढ़ियों में प्रजातियों के भीतर विविधता में योगदान करते हैं।
- DNA प्रतियों में परिवर्तनशीलता को समझने से विकास की गतिशील प्रक्रिया पर प्रकाश पड़ता है, जो जीवन के जटिल स्वरूप को आकार देता है।

विकास में आनुवंशिक भिन्नता का महत्व

- आबादी के भीतर जीव अपनी प्रजनन क्षमताओं का उपयोग करते हुए विशिष्ट पारिस्थितिक स्थान ग्रहण कर लेते हैं।
- प्रजनन के दौरान DNA प्रतिलिपिकरण में निरंतरता उन विशेषताओं को संरक्षित करने के लिए महत्वपूर्ण है जो जीवों को उनके आवासों के अनुकूल बनाती हैं, तथा जनसंख्या में स्थिरता सुनिश्चित करती हैं।
- प्रजनन और जनसंख्या स्थिरता के बीच संबंध के बावजूद, जीवों के नियंत्रण से परे बाह्य कारक भी आवासों में परिवर्तन उत्पन्न कर सकते हैं।
- तापमान में परिवर्तन जल स्तर में परिवर्तन या उल्कापिंड के प्रभाव जैसी अप्रत्याशित घटनाओं जैसे पर्यावरणीय बदलाव, किसी स्थान की उपयुक्तता को प्रभावित कर सकते हैं।
- हालाँकि, आबादी में आनुवंशिक विविधताओं की उपस्थिति जीवित रहने के लिए आवश्यक है। जिन व्यक्तियों में विविधताएँ होती हैं और जो बदली हुई परिस्थितियों के लिए बेहतर ढंग से अनुकूल होते हैं, उनके जीवित रहने की संभावना अधिक होती है।
- उदाहरण के लिए, समशीतोष्ण जल में रहने वाले जीवाणु की आबादी पर विचार कीजिये। यदि ग्लोबल वार्मिंग के कारण जल का तापमान बढ़ता है, तो अधिकांश जीवाणु नष्ट हो सकते हैं।
- फिर भी, जनसंख्या के भीतर ऊष्मा-प्रतिरोधी रूपों (वेरिएंट) का अस्तित्व जीवन रेखा प्रदान करता है। ये प्रजातियाँ बदलती परिस्थितियों का सामना कर सकती हैं, जिससे जनसंख्या का अस्तित्व बना रहता है और आगे की वृद्धि सुनिश्चित होती है।

मनुष्यों में लैंगिक प्रजनन

- मनुष्यों के लैंगिक प्रजनन में भी नर और मादा दोनों की भागीदारी होती है। हम अध्याय के उत्तरार्द्ध में मानव प्रजनन प्रणाली का विस्तार से अध्ययन करेंगे।
- सर्वप्रथम हम किशोरावस्था और युवावस्था में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषण करते हैं।
- मनुष्य का विकास जन्म के समय से ही शुरू हो जाता है। लेकिन 10 या 11 वर्ष की आयु पार करने पर अचानक वृद्धि में तीव्रता आती है जो ध्यान देने योग्य है। शरीर में होने वाले परिवर्तन बड़े होने की प्रक्रिया का हिस्सा हैं जो इस बात का संकेत हैं कि आप वयस्क बनने की अवस्था से गुजर रहे हैं। यह जीवन का एक अलग अनुभव होता है जब आप न तो बच्चे होते हैं और न ही वयस्क। तो चलिए किशोरावस्था को समझते हैं।

किशोरावस्था एवं यौवनारंभ

- किशोरावस्था 11 वर्ष की आयु के आस-पास शुरू होती है और 18 या 19 वर्ष की आयु तक चलती है। चूँकि यह अवधि 'किशोरावस्था' (13 से 18 या 19 वर्ष की आयु) को शामिल करती है, इसलिए किशोरों को 'टीनएजर' भी कहा जाता है। यह शारीरिक परिवर्तनों से चिह्नित होता है जो प्रजनन परिपक्वता की ओर ले जाता है, जिसे यौवन कहा जाता है। यौवनावस्था का मुख्य संकेत प्रजनन की क्षमता है, जो प्रजनन की परिपक्वता अवस्था तक पहुँचने पर समाप्त हो जाती है।

तालिका 14.2: आयु के साथ लड़के और लड़कियों की लंबाई में वृद्धि की औसत दर

आयु (वर्ष में)	संपूर्ण ऊँचाई का %	
8	72%	77%
9	75%	81%
10	78%	84%
11	81%	88%
12	84%	91%
13	88%	95%
14	92%	98%
15	95%	99%
16	98%	99.5%
17	99%	100%
18	100%	100%

यौवनावस्था में परिवर्तन

ऊँचाई में वृद्धि

- यौवनावस्था के समय अस्थियों की लंबाई में वृद्धि से अचानक ऊँचाई बढ़ जाती है।
- विकास दर अलग-अलग होती है, लड़कियाँ शुरुआत में लड़कों की तुलना में तेज़ी से बढ़ती हैं।
- आनुवंशिक कारक ऊँचाई को प्रभावित करते हैं, और विकास के लिए उचित पोषण महत्वपूर्ण है।
- तालिका 14.2 उम्र के साथ लड़कों और लड़कियों की ऊँचाई में वृद्धि की औसत दर को दर्शाती है।
- संपूर्ण ऊँचाई की गणना:

$$\text{वर्तमान ऊँचाई (सेमी.)} / \text{इस उम्र में पूरी ऊँचाई का \%} \times 100$$

शरीर के आकार में परिवर्तन

- यौवनावस्था के दौरान शरीर में अलग-अलग बदलाव आते हैं, जैसे लड़कों के कंधे चौड़े हो जाते हैं और लड़कियों के कूल्हे चौड़े हो जाते हैं।
- लड़कों में माँसपेशियों की वृद्धि ज़्यादा होती है, जिससे लिंग के हिसाब से शरीर का आकार अलग-अलग होता है।

आवाज़ में परिवर्तन

- यौवनावस्था के दौरान लड़कों में स्वरयंत्र का विकास होता है, जिसके परिणामस्वरूप उनकी आवाज़ भारी हो जाती है।
- लड़कियों का स्वरयंत्र छोटा रहता है, जिससे आवाज़ पतली हो जाती है।
- लड़कों में अस्थायी स्वरभंगता स्वरयंत्र में अनियंत्रित माँसपेशी वृद्धि के कारण हो सकती है।
- लड़कों में बढ़ते स्वरयंत्र को गले के उभरे हुए हिस्से के रूप में देखा जा सकता है जिसे एडम्स एपपल कहा जाता है। लड़कियों में, स्वरयंत्र अपने छोटे आकार के कारण बाहर से कम दिखाई देता है।



चित्र 14.37: एक किशोर लड़के का स्वर यंत्र 'एडम्स एपपल'

ग्रंथियों की सक्रियता में वृद्धि

- यौवनावस्था के दौरान पसीने और वसामय ग्रंथियों की गतिविधि बढ़ जाती है।
- ग्रंथि की गतिविधि बढ़ने से अक्सर चेहरे पर दाने और फुंसियाँ हो जाती हैं।

जनन अंगों का विकास

- पुरुषों में यौवनावस्था के पहले चरण के दौरान, अंडकोश और वृषण बड़े हो जाते हैं। इसके बाद, लिंग या जनन अंगों के आकार में वृद्धि होती है और वीर्य पुटिकाएँ और प्रोस्टेट ग्रंथि बढ़ती हैं।
- जननांग क्षेत्र में तथा बाद में चेहरे और बगलों में बाल उगने लगते हैं।
- लड़कियों में अंडाशय के आकार में वृद्धि, मेच्यूर एग और ओव्यूलेशन शुरू हो जाता है।

मानसिक, बौद्धिक और भावनात्मक परिपक्वता तक पहुँचना

- यौवनावस्था सोच में बदलाव का प्रतीक है, जो स्वतंत्रता और आत्म-चेतना में वृद्धि से चिह्नित है।
- बौद्धिक विकास उल्लेखनीय है, जिसमें सीखने की क्षमता बढ़ जाती है।
- भावनात्मक समायोजन हो सकता है, लेकिन ये परिवर्तन बड़े होने के स्वाभाविक पहलू हैं।

द्वितीयक यौन लक्षण

- प्रजनन अंग, वृषण और अंडाशय युग्मक (शुक्राणु और अंडाणु) उत्पन्न करते हैं।
- द्वितीयक लैंगिक लक्षणों में लड़कियों में स्तनों का विकास, लड़कों में चेहरे पर बाल (मूँछें और दाढ़ी) तथा छाती पर बाल विकसित होते हैं।
- बाहों के नीचे और जननांग क्षेत्र में बाल उगते हैं, जो लिंग के भेद को ज्ञात करते हैं।
- हॉर्मोन और रासायनिक पदार्थ किशोरावस्था में होने वाले परिवर्तनों को नियंत्रित करते हैं। ये अंतःस्रावी ग्रंथियों या अंतःस्रावी तंत्र से स्रावित होते हैं।
- टेस्टोस्टेरोन, मेल हॉर्मोन, लड़कों में वृषण द्वारा स्रावित होता है, जो चेहरे के बालों के विकास जैसे परिवर्तनों को उत्प्रेरित करता है।
- लड़कियों में अंडाशय द्वारा उत्पादित एस्ट्रोजन फीमेल हॉर्मोन स्तन विकास को बढ़ावा देता है।
- हॉर्मोन उत्पादन पीयूष ग्रंथि द्वारा नियंत्रित होता है।

प्रजनन क्रिया को आरंभ करने में हॉर्मोन की भूमिका

- अंतःस्रावी ग्रंथियाँ रक्तप्रवाह द्वारा हॉर्मोन स्रावित करती हैं।
- हॉर्मोन शरीर में विशिष्ट लक्षित स्थान तक पहुँचते हैं।
- अंडकोश और अंडाशय, अंतःस्रावी ग्रंथियाँ, टेस्टोस्टेरोन और एस्ट्रोज हॉर्मोन को स्रावित करती हैं।
- टेस्टोस्टेरोन और एस्ट्रोज हॉर्मोन पुरुष और महिला के द्वितीयक यौन लक्षणों के विकास को प्रभावित करते हैं।
- पीयूष ग्रंथि से स्रावित होने वाले हॉर्मोन लैंगिक हॉर्मोन को नियंत्रित करते हैं।
- पीयूष ग्रंथि विभिन्न हॉर्मोन स्रावित करती है, जिनमें अंडाशय में डिंब परिपक्वता और वृषण में शुक्राणु निर्माण को उत्तेजित करने वाले हॉर्मोन शामिल हैं।

महिला प्रजनन चरण

- महिलाओं में यौवनावस्था (10 से 12 वर्ष) के आस-पास प्रजनन चरण शुरू होता है, जो लगभग 45 से 50 वर्ष तक रहता है।
- यौवनावस्था के समय अंडाणु परिपक्व होने लगते हैं, प्रत्येक 28 से 30 दिनों में एक अंडा निकलता है।

नोट: कुछ ग्रंथियाँ जैसे स्वेद ग्रंथियाँ, तेल ग्रंथियाँ और लार ग्रंथियाँ नलिकाओं के माध्यम से अपना स्राव उत्सर्जित करती हैं। अंतःस्रावी ग्रंथियाँ सीधे रक्तप्रवाह में हॉर्मोन को स्रावित करती हैं, इसलिए उन्हें नलिका रहित ग्रंथियाँ (Ductless Glands) भी कहा जाता है।

विचारणीय बिंदु

हाल के वर्षों में लड़कियों की संख्या में वृद्धि हो रही है जो दीर्घकालिक औसत से पहले यौवनावस्था को प्राप्त कर रही हैं। इस बारे में सोचें कि प्रौढ़ावस्था की शुरुआत के लिए कौन से कारक उत्तरदायी हैं और आधुनिक सामाजिक-आर्थिक व्यवस्था किस तरह लड़कियों में यौवनावस्था की शुरुआत को जल्दी शुरू कर रही है।



पीयूष ग्रंथि से स्रावित होने वाले हॉर्मोन वृषण और अंडाशय को टेस्टोस्टेरोन (पुरुष में) और एस्ट्रोजन (महिला में) स्रावित करने के लिए उद्दीपित करते हैं।



रक्त प्रवाह में स्रावित होते हैं और शरीर के कुछ हिस्सों (लक्ष्य भाग) तक पहुँचते हैं।



यौवनावस्था की शुरुआत में शरीर में होने वाले परिवर्तनों को उत्तेजित करते हैं।

चित्र 14.38: यौवनावस्था में शारीरिक परिवर्तन हॉर्मोन द्वारा नियंत्रित होती है

- गर्भाशय की दीवार संभावित अण्डे को ग्रहण करने के लिए मोटी हो जाती है, जिससे निषेचित होने पर गर्भधारण हो जाता है।
- मासिक धर्म जो हर 28 से 30 दिनों में होता है के दौरान निषेचित अंडा और गाढ़ा गर्भाशय अस्तर का निष्कर्षण होता है।
- यौवनावस्था के समय होने वाले प्रथम मासिक स्राव को रजोदर्शन (मेनार्क) कहा जाता है।
- मासिक धर्म चक्र 45 से 50 वर्ष की आयु में बंद हो जाता है, जिसे रजोनिवृत्ति कहते हैं।

मासिक धर्म चक्र और हॉर्मोन नियंत्रण

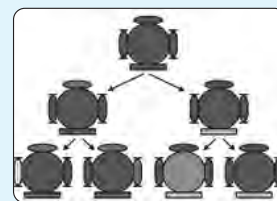
- मासिक धर्म चक्र, हॉर्मोन द्वारा नियंत्रित होता है, जिसमें अंडे का परिपक्व होना, बाहर निकलना, गर्भाशय की दीवार का मोटा होना और गर्भावस्था न होने पर टूटना शामिल है।
- शुरू में होने वाला अनियमित, मासिक धर्म चक्र समय के साथ नियमित हो जाता है।

जनन के दौरान विविधता का संवय

- पूर्व पीढ़ी से विरासत में मिली वस्तुएँ आने वाली पीढ़ी के लिए एक सामान्य बुनियादी शारीरिक आकार प्रदान करती हैं।
- नई पीढ़ी को पूर्व पीढ़ी से एक समान शारीरिक संरचना और सूक्ष्म परिवर्तन दोनों विरासत में मिलते हैं।
- अलैंगिक प्रजनन में, जहाँ एक ही जीव प्रजनन करता है, उत्पन्न संतानों में अत्यधिक समानता होती है, केवल DNA प्रतिलिपिकरण अशुद्धियों के कारण उनमें न्यूनतम अंतर होता है।
- लैंगिक प्रजनन संतानों में और भी अधिक विविधता उत्पन्न करता है।
- एक प्रजाति में भिन्नताएँ समान नहीं होती हैं, और विभिन्न व्यक्तियों को उनकी विविधताओं की प्रकृति के आधार पर अलग-अलग लाभ होते हैं।
- पर्यावरणीय कारक विविधता के चयन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, तथा व्यष्टियों का जीवित रहना उनकी विशिष्ट परिस्थितियों के अनुकूल ढलने की क्षमता से प्रभावित होता है।
- पर्यावरणीय कारकों द्वारा प्रजाति का चयन विकासवादी प्रक्रियाओं का आधार है, जो समय के साथ आबादी की विशेषताओं को रेखांकित करता है।

उत्तरोत्तर पीढ़ियों में विविधता की उत्पत्ति

- मान लीजिए, सबसे ऊपर वाला मूल जीव दो व्यक्तियों को जन्म देगा, जो शारीरिक संरचना में समान होंगे, लेकिन उनमें सूक्ष्म अंतर होंगे।
- उनमें से प्रत्येक, आगे, अगली पीढ़ी में दो व्यक्तियों को जन्म देगा।
- नीचे की पंक्ति में मौजूद चार व्यक्तियों में से प्रत्येक एक दूसरे से भिन्न होगा। इनमें से कुछ अंतर अद्वितीय होंगे, जबकि अन्य अंतर उन्हें अपने-अपने माता-पिता से विरासत में मिलेंगे, जो एक-दूसरे से भिन्न थे।



चित्र 14.39 : उत्तरोत्तर पीढ़ियों में विविधता की उत्पत्ति

आनुवंशिकता

वंशानुगत गुण

- प्रजनन प्रक्रिया से ऐसी व्यष्टियों का निर्माण होता है, जिनमें समान बुनियादी शारीरिक संरचना और सूक्ष्म परिवर्तन दोनों होते हैं।
- पूर्व पीढ़ी से वंशानुगत रूप में मिली विरासत से एक समान बुनियादी शारीरिक संरचना प्राप्त होती है और अगली पीढ़ी में सूक्ष्म परिवर्तन उत्पन्न होते हैं।

लक्षणों की वंशानुगतिकी के नियम – मेंडल का योगदान

- वंशानुक्रम में माता-पिता दोनों का योगदान शामिल होता है, जो संतान में गुणों को आकार देता है।
- मटर के साथ मेंडल के प्रयोगों ने प्रभावी और अप्रभावी लक्षणों को प्रदर्शित किया।
- प्रभावी लक्षण एक प्रति में भी स्वयं को अभिव्यक्त कर लेते हैं, जबकि अप्रभावी लक्षणों को अभिव्यक्ति के लिए दो प्रतियों की आवश्यकता होती है।
- लक्षण स्वतंत्र रूप से वंशानुगत रूप में मिलते हैं, जिससे संतानों में विभिन्न संयोजन उत्पन्न होते हैं।

ग्रेगर जोहान मेंडल (वर्ष 1822-1884)

मेंडल की शिक्षा एक मठ (Monastery) में हुई और उन्होंने वियना विश्वविद्यालय में विज्ञान और गणित का अध्ययन किया। शिक्षण प्रमाणपत्र के लिए परीक्षा में असफलता ने वैज्ञानिक खोज के प्रति उनके उत्साह को कम नहीं किया। वे अपने मठ में वापस चले गए और मटर उगाना शुरू कर दिया। इससे पहले कई अन्य लोगों ने मटर और अन्य जीवों में लक्षणों की वंशानुगतिकी का अध्ययन किया था, लेकिन मेंडल ने विज्ञान और गणित के अपने ज्ञान को मिश्रित किया और वे पहले व्यक्ति थे जिन्होंने प्रत्येक पीढ़ी में एक विशेष विशेषता प्रदर्शित करने वाली व्यष्टियों की गणना की। इससे उन्हें वंशानुगतिकी के नियमों तक पहुँचने में मदद मिली।



ये लक्षण कैसे व्यक्त होते हैं

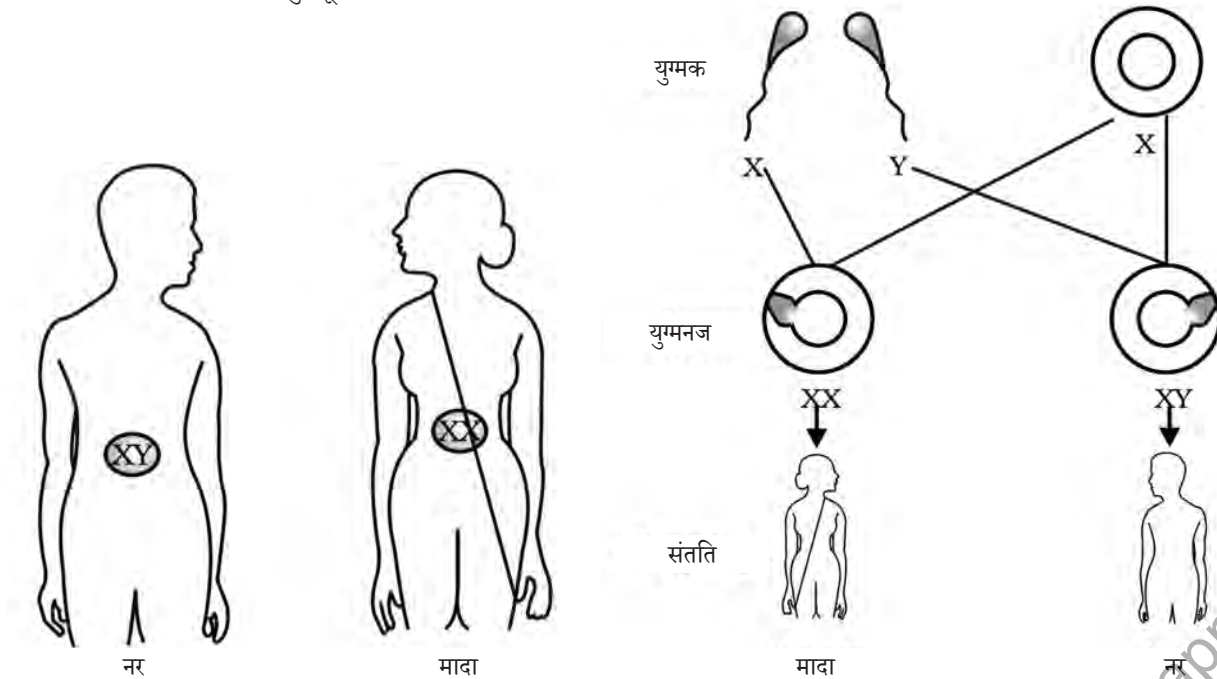
- जीन विशेषताओं को नियंत्रित करते हैं और प्रत्येक गुण विशिष्ट जीन से जुड़ा होता है।
- आनुवंशिकता की प्रक्रिया में माता-पिता दोनों की आनुवंशिक सामग्री का योगदान शामिल होता है।
- जनन कोशिकाओं में जीन का एक समूह होता है, जो लैंगिक प्रजनन के दौरान संतानों में विविधता सुनिश्चित करता है।
- गुणसूत्र, जो अलग-अलग खंडों के रूप में मौजूद होते हैं, प्रत्येक माता-पिता से वंशानुगत रूप में प्राप्त होते हैं, तथा गुण वंशागति में योगदान करते हैं।
- मेंडेलियन प्रयोगों में मटर के पौधों पर परीक्षण किया गया, जिसमें दो भिन्न विशेषताएँ दिखाई दीं। इसमें प्रभाविता और अप्रभाविता की अवधारणा को उदाहरणों के साथ स्पष्ट किया गया।

लिंग निर्धारण

- आनुवंशिक निर्धारण मनुष्यों में नवजात शिशुओं के लिंग को काफी हद तक प्रभावित करता है।
- शिशु के लिंग का निर्धारण करने के निर्देश निषेचित अंडे या युग्मनज में मौजूद होते हैं।
- गुणसूत्र इन निर्देशों को वहन करते हैं तथा कोशिका नाभिक में स्थित होते हैं।
- मनुष्यों में गुणसूत्रों के 23 युग्म होते हैं, जिनमें से दो लिंग गुणसूत्र होते हैं: X और Y
- महिलाओं में दो X गुणसूत्र होते हैं, जबकि पुरुषों में एक X और एक Y गुणसूत्र होता है।
- युग्मक (अण्डाणु और शुक्राणु) में गुणसूत्रों का केवल एक समूह होता है।

लिंग निर्धारण में लिंग गुणसूत्र की भूमिका

- अनिषेचित अंडों में हमेशा एक X गुणसूत्र होता है।



चित्र 14.40: मानव में लिंग निर्धारण

- शुक्राणु दो प्रकार के होते हैं: X-वाहक और Y-वाहक।
- X-वाहक शुक्राणु द्वारा निषेचन से मादा संतान उत्पन्न होती है, जबकि Y-वाहक शुक्राणु से नर संतान उत्पन्न होती है।
- पिता के लिंग गुणसूत्र, अजन्मे बच्चे के लिंग का निर्धारण करते हैं।
- यह धारणा कि माँ बच्चे के लिंग का निर्धारण करती है, गलत और अनुचित है।
- मनुष्यों के अलावा अन्य प्रजातियों के लिए, लिंग निर्धारण के लिए पर्यावरणीय संकेतों और विभिन्न रणनीतियों का उपयोग किया जाता है क्योंकि पर्यावरणीय कारक, अन्य प्रकार विकासवादी प्रक्रियाओं के चयन में भूमिका निभाते हैं।

आनुवंशिकता का तंत्र प्रजातियों के DNA की स्थिरता सुनिश्चित करता है। अलैंगिक रूप से प्रजनन करने वाले जीव वंशानुक्रम के समान नियमों का पालन करते हैं, जिससे विविधता और अनुकूलन सुनिश्चित होता है। इसलिए, प्रजातियों के अस्तित्व और विकास के लिए विविधताएँ महत्वपूर्ण हैं।

निष्कर्ष

अस्तित्व की पहेली में, यह अध्याय जीवन की विविध अभिव्यक्तियों का एक तार्किक चित्र प्रस्तुत करता है। कोशिकाओं की स्पंदित ऊर्जा से लेकर हॉर्मोनों के संचालन तक, ये प्रजनन, श्वसन और समन्वय के परिदृश्यों में कार्य करते हैं। जीवन की लय में एकता और विविधता का महत्व स्पष्ट हो जाता है। चाहे हृदय की लयबद्ध धड़कनों में हो या गुणसूत्रों के संवेदनशील संचलन में, जीवन उपस्थित रहता है, जो अपने असंख्य रूपों में फलता-फूलता रहता है। हर पल को पलटने के साथ, जीवन के जटिल संचलन की एक गहरी समझ उभरती है - एक ऐसा संचलन जहाँ प्रत्येक कोशिका, प्रत्येक हॉर्मोन, प्रत्येक समय अस्तित्व की स्थायी सुंदरता का प्रमाण है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **पीयूष ग्रंथि:** मस्तिष्क के आधार पर स्थित एक अंतःस्रावी ग्रंथि जो विभिन्न शारीरिक कार्यों को विनियमित करती है और अन्य अंतःस्रावी ग्रंथियों को नियंत्रित करती है।
- ❖ **थाइरॉयड ग्रंथि:** गर्दन में एक अंतःस्रावी ग्रंथि जो चयापचय को विनियमित करने के लिए जिम्मेदार हॉर्मोन का उत्पादन करती है।
- ❖ **अग्न्याशय:** एक अंग जो अंतःस्रावी और बहिःस्रावी ग्रंथि दोनों के रूप में कार्य करता है, इंसुलिन और पाचन एंजाइमों का उत्पादन करता है।
- ❖ **प्रजनन ग्रंथियाँ:** महिलाओं में अंडाशय और पुरुषों में वृषण जैसी ग्रंथियाँ, जो यौन हॉर्मोन और युग्मक के उत्पादन के लिए जिम्मेदार होती हैं।
- ❖ **आनुवंशिकता:** आनुवंशिक गुणों का एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में स्थानांतरण।
- ❖ **जीन:** आनुवंशिकता की इकाइयाँ, DNA के खंड जो विशिष्ट लक्षण निर्धारित करते हैं।
- ❖ **गुणसूत्र:** कोशिका केन्द्रक में धागे जैसी संरचनाएँ जो आनुवंशिक सूचनाओं का वहन करती हैं।
- ❖ **DNA:** डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड, एक अणु जिसमें जीवित जीवों के विकास और कार्यप्रणाली के लिए आनुवंशिक निर्देश होते हैं।
- ❖ **कोशिका केंद्रक:** कोशिका का मध्य भाग जिसमें आनुवंशिक सामग्री होती है।
- ❖ **मांसपेशियाँ:** शरीर की गति और अवस्था बनाए रखने के लिए उत्तरदायी ऊतक।
- ❖ **कंकाल तंत्र:** अस्थियों और उपास्थि का ढाँचा जो शरीर को संरक्षण और सुरक्षा प्रदान करता है।
- ❖ **संचार प्रणाली:** वह प्रणाली जो हृदय और रक्त वाहिकाओं सहित पूरे शरीर में रक्त, ऑक्सीजन और पोषक तत्वों का परिवहन करती है।
- ❖ **श्वसन प्रणाली:** फेफड़े और वायुमार्ग सहित श्वास और वायु विनिमय के लिए उत्तरदायी प्रणाली।
- ❖ **पाचन तंत्र:** वह प्रणाली जो भोजन से पोषक तत्वों को संसाधित और अवशोषित करती है, जिसमें आमाशय और आंत्र जैसे अंग शामिल हैं।
- ❖ **तंत्रिका तंत्र:** तंत्रिकाओं और कोशिकाओं का जटिल नेटवर्क जो शरीर के विभिन्न भागों के बीच संकेत संचारित करता है।
- ❖ **संधि (जोड़):** दो या दो से अधिक अस्थियों के बीच का संबंध, जिससे गति में सुविधा होती है।
- ❖ **लचीलापन:** झुकने की गति, जिससे शरीर के अंगों के बीच का कोण कम हो जाता है।
- ❖ **उपास्थि:** एक लचीला और लोचदार संयोजी ऊतक जो शरीर के विभिन्न भागों, जैसे जोड़ों, नाक और कान में पाया जाता है।
- ❖ **बाह्य कंकाल:** इसे एक्सोस्केलेटन के नाम से भी जाना जाता है, यह एक कठोर बाह्य आवरण है जो कुछ जंतुओं, जैसे कीटों और क्रस्टेशियंस को सहारा एवं सुरक्षा प्रदान करता है।
- ❖ **पेल्विक अस्थियाँ:** पेल्विक को बनाने वाली अस्थियाँ, जिनमें इलियम, इस्कियम और प्यूबिस शामिल हैं, मिलकर रीढ़ को सहारा देती हैं और कशेरुक दण्ड को निचले अंगों से जोड़ती हैं।
- ❖ **धुराग्र संधि:** एक संधि जो केंद्रीय अक्ष के चारों ओर घूर्णनशील गति में सहायता करती है, जैसे गर्दन में पाई जाने वाली धुराग्र संधि, जो सिर के घूमने में सहायता प्रदान करती है।



भोजन, पोषण एवं स्वास्थ्य

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-1, कक्षा-VIII के अध्याय-1 तथा कक्षा-IX के अध्याय-12 का सारांश शामिल है।

परिचय

खाद्य उत्पादन के लिए फसलें अत्यंत महत्वपूर्ण हैं, जो मानव के लिए जीविका के प्राथमिक स्रोत के रूप में कार्य करती हैं। ये हमारे दैनिक आहार में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और महत्वपूर्ण विटामिन सहित आवश्यक पोषक तत्वों की पूर्ति करती हैं। वैश्विक खाद्य सुरक्षा का समाधान करने और पौष्टिक भोजन की स्थिर आपूर्ति सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी फसल प्रबंधन महत्वपूर्ण है। हमारे शरीर को विशेष ज़रूरतों के अनुसार विभिन्न प्रकार के भोजन की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, जब हम यात्रा कर रहे होते हैं, तो मार्ग में जो कुछ भी उपलब्ध होता है, हम खा सकते हैं और इसी प्रकार जब हम घर पर होते हैं, तो हम जिस क्षेत्र में रहते हैं, उसके अनुसार हमारे भोजन में विविध प्रकार की खाद्य वस्तुएँ शामिल हो सकती हैं।

पोषक तत्व

- सामान्यतः भोजन में कई अवयव या तत्व होते हैं। इन अवयवों में कुछ ऐसे घटक शामिल होते हैं जो हमारे शरीर के लिए आवश्यक हैं। इन घटकों को पोषक तत्व कहा जाता है।
- प्रमुख पोषक तत्व हैं:
 - कार्बोहाइड्रेट
 - प्रोटीन
 - वसा
 - विटामिन
 - खनिज पदार्थ
 - आहार-संबंधी रक्षांश
 - जल
- भोजन में सामान्यतः दो प्रकार के कार्बोहाइड्रेट होते हैं:
 - स्टार्च
 - शर्करा
- भोजन में कार्बोहाइड्रेट का परीक्षण: यदि भोजन तथा तनु आयोडीन घोल को मिलाने पर मिश्रण का रंग परिवर्तित होकर नीला/काला हो जाता है तो यह इस बात को इंगित करता है कि परीक्षण किए गए भोजन में स्टार्च या कार्बोहाइड्रेट विद्यमान है।
- भोजन में वसा का परीक्षण: खाद्य पदार्थ की कुछ मात्रा लीजिए तथा उसे बारीक पीसिए, यदि पीसे हुए भोजन में तैलीय पदार्थ पाया जाता है, तो यह इस बात को इंगित करता है कि भोजन में वसा की मात्रा विद्यमान है।
- भोजन में प्रोटीन का परीक्षण: यदि खाद्य पदार्थ कॉपर सल्फेट + कास्टिक सोडा को मिश्रित किया जाता है तो प्राप्त मिश्रण का रंग बैंगनी हो जाता है, तो यह इंगित करता है कि परीक्षण किए गए भोजन में प्रोटीन विद्यमान है।

तालिका 15.1: वायु, जल और मृदा द्वारा आपूर्ति किये जाने वाले पोषक तत्व

स्रोत	पोषक तत्व
वायु	कार्बन, ऑक्सीजन
जल	हाइड्रोजन, ऑक्सीजन
मृदा	वृहत पोषक तत्व: नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटेशियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम, सल्फर सूक्ष्म पोषक तत्व: आयरन, मैंगनीज, बोरान, जस्ता, तांबा, मोलिब्डेनम, क्लोरीन

पोषक तत्वों की आवश्यकता

□ ऊर्जा के स्रोत:

- कार्बोहाइड्रेट और वसा मुख्य रूप से हमें ऊर्जा प्रदान करते हैं। कार्बोहाइड्रेट के कुछ स्रोत शकरकंद, आलू, गन्ना, पपीता, खरबूजा, आम, मक्का, बाजरा, चावल, गेहूँ हैं।
- वसा में कार्बोहाइड्रेट की तुलना में बहुत अधिक ऊर्जा होती है। हमें वसा पौधों और जीवों दोनों से प्राप्त होती है। पादपों में वसा के स्रोत सूरजमुखी तेल, मूँगफली का तेल, सरसों का तेल, नारियल का तेल, सोयाबीन तेल हैं तथा जंतुओं में वसा के स्रोत माँस, मछली, अंडे, घी, मक्खन और क्रीम हैं।
- वसा और कार्बोहाइड्रेट युक्त खाद्य पदार्थों को सामान्यतः 'ऊर्जा प्रदान करने वाले भोजन' कहा जाता है।

□ वृद्धि और मरम्मत

- शरीर की वृद्धि और मरम्मत के लिए प्रोटीन की आवश्यकता होती है। प्रोटीन को 'शरीर वर्धक भोजन' कहा जाता है।
- मटर, चना, मूँग, सोयाबीन, अरहर दाल, बीन्स, माँस, मछली, पनीर और अंडे इसके कुछ प्रमुख स्रोत हैं।

□ रोगों से सुरक्षा या बचाव:

- विटामिन हमारे शरीर को रोगों या बीमारियों से सुरक्षा प्रदान करते हैं। विटामिन हमारी आँखों, हड्डियों, दाँतों और मसूड़ों को स्वस्थ रखने में भी मदद करते हैं।
- विटामिन विभिन्न प्रकार के होते हैं जिन्हें अलग-अलग नामों से जाना जाता है। इनमें विटामिन A, विटामिन C, विटामिन D, विटामिन E और विटामिन K शामिल हैं। विटामिन का एक समूह विटामिन B-कॉम्प्लेक्स भी है।
- हमारे शरीर को सभी प्रकार के विटामिनों की कुछ मात्रा में आवश्यकता होती है।

तालिका 15.2: विटामिन और खनिजों के कार्य और स्रोत

विटामिन/खनिज	कार्य	स्रोत
विटामिन A	हमारी त्वचा और आँखों को स्वस्थ रखता है।	पपीता, आम, गाजर
विटामिन B कॉम्प्लेक्स	माँसपेशियों को मजबूती प्रदान करता है।	चावल, गेहूँ, यकृत
विटामिन C	रोगों से लड़ने में मदद करता है।	संतरा, अमरूद, टमाटर, नींबू, आंवला, हरी मिर्च
विटामिन D	हड्डियों और दाँतों को मजबूती प्रदान करता है।	सूर्य का प्रकाश, दूध, मक्खन, मछली, अंडा, यकृत
विटामिन E	यह एक एंटीऑक्सीडेंट है, यह कोशिका को क्षतिग्रस्त करने वाली प्रक्रिया को धीमा करता है। यह कोशिकाओं को समुचित कार्य में भी मदद करता है।	वनस्पति तेल, अनाज, माँस, अंडा, सब्जी
विटामिन K	रक्त का थक्का जमने में मदद करता है, अतिरिक्त रक्तस्राव को नियंत्रित करता है।	पत्तेदार सब्जियाँ, माँस, अंडा
आयोडीन	थायराइड हॉर्मोन के निर्माण में आयोडीन की आवश्यकता होती है और ये हॉर्मोन शरीर के चयापचय को नियंत्रित करता है।	मछली, दूध, सब्जियाँ
कैल्शियम	हड्डियों के निर्माण में सहायक और हड्डियों को स्वस्थ रखता है।	दूध, अंडा
आयरन	आयरन हीमोग्लोबिन और कई अन्य प्रकार के प्रोटीन में पाया जाता है।	सेब, चॉकलेट, पत्तेदार सब्जियाँ।
फास्फोरस	फास्फोरस कैल्शियम के साथ हड्डियों के निर्माण में सहायक है।	मछली, दूध, हरी मिर्च
रुक्षांश या रेशे	यह कोई पोषक तत्व नहीं है, लेकिन मल के आकार और उसे नरम बनाने में मदद करता है। यह कोलेस्ट्रॉल के स्तर को कम करने में भी मदद करता है।	साबुत अनाज, दालें, ताजे फल, आलू
जल	मूत्र और पसीने के माध्यम से शरीर से अपशिष्ट को उत्सर्जित करने में मदद करता है और शरीर को भोजन से पोषक तत्वों को अवशोषित करने में मदद करता है।	पेय जल, दूध, चाय, फल और सब्जियाँ

संतुलित आहार

- शरीर की वृद्धि और अच्छे स्वास्थ्य को बनाए रखने के लिए हमारे आहार में वे सभी पोषक तत्व उचित मात्रा में होने चाहिए जिनकी हमारे शरीर को आवश्यकता है। कोई भी पोषक तत्व न आवश्यकता से अधिक हो और न ही कम। साथ ही पर्याप्त मात्रा में रुखांश तथा जल भी होना चाहिए। इस प्रकार के आहार को संतुलित आहार
- संतुलित आहार = रुखांश + जल + सभी पोषक तत्वों की उचित मात्रा।
- अत्यधिक वसा की मात्रा मोटापे का कारण बनती है।

अभावजन्य रोग

- लंबे समय तक पोषक तत्वों की कमी के कारण होने वाले रोगों को अभावजन्य रोग या डिफिशियन्सी डीसीज (Deficiency Disease) कहते हैं।
 - उदाहरण के लिए, प्रोटीन की कमी से विकास प्रक्रिया अवरुद्ध हो जाती है, चेहरे पर सूजन आ जाती है, बालों का रंग उड़ जाता है, त्वचा रोग आदि हो जाते हैं।
- अगर किसी व्यक्ति के आहार में कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन दोनों की लंबे समय तक कमी रहती है, तो इससे उसकी शारीरिक वृद्धि पूर्णतः अवरुद्ध हो सकती है। इसके परिणामस्वरूप शरीर में अत्यधिक कमजोरी और दुबलापन हो सकता है जिससे उसकी गतिशीलता अत्यधिक कम हो सकती है।

अभावजन्य रोग के कुछ उदाहरण निम्नलिखित हैं

विटामिन और खनिज	अभावजन्य रोग	लक्षण
विटामिन A	दृश्यता में कमी	दृष्टि का कमजोर होना, रात के समय दृश्यता की कमी
विटामिन B ₁	बेरी-बेरी	मांसपेशियों का कमजोर होना और कार्य करने के लिए ऊर्जा की कमी।
विटामिन C	स्कर्वी	मसूढ़ों से खून आना, घाव के ठीक होने में अधिक समय लगना
विटामिन D	रिकेट्स	हड्डियाँ मुलायम हो जाती हैं एवं मुड़ जाती हैं
कैल्शियम	अस्थियाँ और दंत क्षय	कमजोर अस्थियाँ, दंतक्षय
आयोडीन	घेंघा	गर्दन की ग्रंथि का फूल जाना बच्चों में मानसिक दिव्यांगता
आयरन	रक्ताल्पता/एनीमिया	कमजोरी या दुर्बलता

खाद्य प्रसंस्करण

- खाद्य पदार्थों का प्रसंस्करण या फोर्टिफिकेशन मुख्य खाद्य पदार्थों जैसे चावल, गेहूँ, तेल, दूध और नमक में प्रमुख विटामिन और खनिज मिलाकर उनके पोषक तत्वों में सुधार करना है।
- FSSAI के मानकों के अनुसार फोर्टिफाइड वस्तुओं के लिए एक लोगो का उपयोग किया जाता है।

फसलों का उत्पादन, सुधार और प्रबंधन

- यह जानने के बाद कि सभी जीवों को भोजन की आवश्यकता होती है, हम देखेंगे कि इन खाद्य पदार्थों का उत्पादन किस प्रकार किया जाता है। विशाल आबादी को भोजन उपलब्ध कराने के लिए नियमित उत्पादन, उचित प्रबंधन और वितरण की आवश्यक होती है।
- भारत में, वर्ष 1952 से वर्ष 2010 तक खाद्यान्न उत्पादन में चार गुना वृद्धि हुई है, जबकि कृषि योग्य भूमि क्षेत्र में केवल 25% की वृद्धि हुई है। कृषि प्रणालियों या प्रथाओं को तीन चरणों में विभाजित किया जा सकता है:
 - बुनियादी कृषि पद्धतियाँ और फसल उत्पादन प्रबंधन।
 - फसल की किस्म में सुधार।
 - फसल सुरक्षा प्रबंधन।



फोर्टिफाइड

सम्पूर्ण पोषण
स्वस्थ जीवन

चित्र 15.1: FSSAI द्वारा
फोर्टिफिकेशन लोगो

विचारणीय बिंदु

क्या आप यह पता लगा सकते हैं कि भोजन को किस प्रकार प्रसंस्कृत किया जा सकता है? यह भी पता लगाने की कोशिश कीजिये कि सार्वजनिक वितरण प्रणाली के माध्यम से वितरित खाद्यान्न में प्रसंस्करण का कितना अनुपात उपलब्ध कराया जाता है?



फसलें एवं उनके प्रकार

- एक ही प्रकार के पौधे जो एक बड़े कृषि योग्य भूमि में खाद्यान्न स्रोत के रूप में बोए और उगाए जाते हैं, उन्हें फसल कहा जाता है।
- **रबी फसल:** सर्दियों के मौसम (अक्टूबर से मार्च तक) में उगाई जाने वाली फसलों को रबी फसल कहा जाता है।
- **खरीफ फसल:** वर्षा ऋतु (जुलाई से अक्टूबर तक) में उगाई जाने वाली फसलों को खरीफ फसल कहा जाता है।

फसल उत्पादन के आधारभूत क्रियाकलाप

- फसल उत्पादन के आधारभूत क्रियाकलाप निम्नलिखित हैं:- मृदा को तैयार करना, बुआई, खाद एवं उर्वरक डालना, सिंचाई, खरपतवारों से बचाव, फसल की कटाई, भंडारण।
- **फसल उत्पादन प्रबंधन:** इसका तात्पर्य फसलों को उगाने और फसल के पौधे को सभी आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करने और उनका उचित भंडारण करने से है। इसमें निम्नलिखित शामिल हैं:- पोषक प्रबंधन, सिंचाई, फसल प्रतिरूपा।

मृदा को तैयार करना

- फसल उगाने के क्रम में मृदा को तैयार करना प्राथमिक कार्य है। कृषि में सर्वाधिक महत्वपूर्ण कार्यों में मृदा को जोतना और उसे ढीली करना शामिल है। ढीली मृदा जड़ों को आसानी से अधिक गहराई तक जाने और श्वसन क्रिया करने में सहायक होती है।
- ढीली मृदा इसमें मौजूद केंचुओं और सूक्ष्म जीवों के विकास में मदद करती है। ये जीव किसान के मित्र हैं क्योंकि वे मृदा को पलटते और ढीला कर उसमें ह्यूमस को मिश्रित करते हैं।
- चूँकि मृदा की ऊपरी परत का केवल कुछ सेंटीमीटर भाग ही पौधों की वृद्धि में सहायक होता है, इसलिए मृदा को पलटने और ढीला करने से पोषक तत्वों से युक्त मृदा ऊपर आ जाती है, जिससे पौधे इन पोषक तत्वों का उपयोग कर सकते हैं।
- विभिन्न प्रक्रियाओं और उपकरणों का उपयोग करके मृदा को ढीला किया जाता है।

विचारणीय बिंदु

पोषक तत्वों की कमी फसलों में प्रजनन, वृद्धि और रोगों के प्रति संवेदनशीलता सहित शारीरिक प्रक्रियाओं को प्रभावित करती है। इसलिए फसलों के पोषक तत्वों के उचित प्रबंधन की आवश्यकता होती है क्या आप उन महत्वपूर्ण पोषक तत्वों की सूची बना सकते हैं जिनकी फसलों के स्वस्थ विकास के लिए आवश्यकता होती है?



जुताई

- मृदा को पलटने और ढीला करने की प्रक्रिया को टिलिंग या जुताई करना कहा जाता है तथा इस कार्य को हल के उपयोग से किया जाता है।
- **हल:** हल एक उपकरण है जिसका उपयोग किसान विभिन्न उद्देश्यों के लिए करते हैं, जैसे उर्वरक डालना, जुताई करना और मृदा को जोतना या ढीला करना।
 - इसका उपयोग मृदा में उर्वरक डालने, खरपतवार को निकालने, मृदा को जोतने आदि के लिए भी किया जाता है।
 - फाल त्रिकोणीय लोहे की पट्टी होती है। एक लकड़ी का, पारंपरिक हल बैलों की एक जोड़ी और एक आदमी द्वारा चलाया जा सकता है।
 - आजकल, इन लकड़ी के हलों का स्थान अधिकतर लोहे के हलों ने ले लिया है।



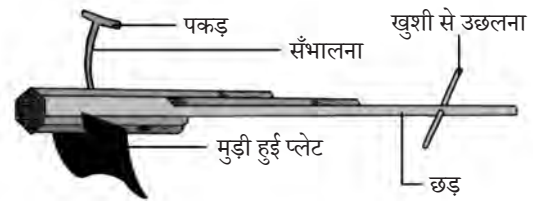
चित्र 15.2 : हल

- **कुदाल:** कुदाल एक ऐसा उपकरण है जिसका उपयोग मृदा को खोदकर खरपतवार को निकालने और पौधा लगाने से पूर्व मृदा को ढीला करने के लिए किया जाता है।

- ❑ **कल्टीवेटर:** कल्टीवेटर का उपयोग ट्रैक्टर की मदद से किया जाता है तथा यह मृदा को ढीला करने में मदद करता है। हल के स्थान पर कल्टीवेटर का इस्तेमाल किया जाता है क्योंकि वे हल से तीव्र गति से कार्य करते हैं।

बुआई

- ❑ बुआई मृदा में बीज बोने की प्रक्रिया है।
- ❑ बीज उस मृदा में बोए जाते हैं जिसे कल्टीवेटर या हल से जोतकर ढीला किया गया होता है।
- ❑ **बुआई के पारंपरिक उपकरण:** आधुनिक कृषि मशीनरी से पहले, किसानों द्वारा पारंपरिक उपकरणों का उपयोग किया जाता था। इनमें हल, फावड़े, दरांती और गैंती शामिल हैं।
 - बीज बोने के लिए प्रयोग किया जाने वाला पारंपरिक उपकरण फनल जैसा था।
 - एक बार जब बीज इस फनल में डाल दिए जाते हैं, तो वे नुकीले सिरे वाली 2-3 नलियों में चले जाते हैं। सिरे मृदा में घुस जाते हैं और बीज वहाँ से गिरते जाते हैं।
 - **सीड ड्रिल:** ट्रैक्टर की मदद से बुआई के लिए सीड ड्रिल का उपयोग किया जाता है। यह सुनिश्चित करता है कि बीज एक समान रूप से, एक निश्चित गहराई पर बोए जाएँ और बुआई के बाद मृदा से उचित प्रकार से ढक जाएँ।



चित्र 15.3 : कुदाली

गुणवत्तापूर्ण बीजों का चयन

- ❑ बीज की गुणवत्ता एक महत्वपूर्ण कारक है जो फसल की उपज निर्धारित करती है।
- ❑ अच्छे बीजों का चयन बीजों को जल में डालकर किया जाता है।
- ❑ मृत और क्षतिग्रस्त बीज खोखले हो जाते हैं और जल में डालने पर तैरने लगते हैं, जबकि स्वस्थ बीज जल में डालने पर डूब जाते हैं।

बीजों का अंकुरण

- ❑ बीज का अंकुरण तब होता है जब बीज को भूमि में बोया जाता है और जल दिया जाता है।
- ❑ बीज से पौधा अंकुरित होकर बढ़ने लगता है।



चित्र 15.4 : सीड-ड्रिल

पोषक प्रबंधन

- ❑ पोषक तत्वों की कमी पौधों में प्रजनन, वृद्धि और रोगों के प्रति संवेदनशीलता सहित शारीरिक प्रक्रियाओं को प्रभावित करती है।
- ❑ उपज बढ़ाने के लिए, खाद और उर्वरकों के रूप में इन पोषक तत्वों की आपूर्ति कर मृदा को समृद्ध किया जा सकता है।

खाद एवं उर्वरक मिलाना

- ❑ खाद और उर्वरक ऐसे पदार्थ हैं जो मृदा की उर्वरता बढ़ाने के लिए उसमें मिलाए जाते हैं।
- ❑ खाद कार्बनिक पदार्थों के अपघटन से बनती है और उर्वरक अकार्बनिक रसायनों से मिलकर बनता है।
- ❑ पशुओं के मल-मूत्र और पौधों के अपशिष्ट के अपघटन से खाद तैयार की जाती है। खाद मृदा को पोषक तत्वों और कार्बनिक पदार्थों से समृद्ध करने में मदद करती है और मृदा की उर्वरता में वृद्धि करती है।
- ❑ प्रयुक्त जैविक सामग्री के प्रकार के आधार पर, खाद को कम्पोस्ट और वर्मीकम्पोस्ट तथा हरी खाद के रूप में वर्गीकृत किया जा सकता है।

नर्सरी

- ❑ नर्सरी एक ऐसा स्थान है जहाँ छोटे पौधों और पेड़ों को अन्यत्र रोपण के लिए उगाया जाता है।
- ❑ नर्सरी पौधों के भंडार के रूप में कार्य करती है।

खाद और उर्वरक के बीच अंतर

उर्वरक	खाद
❑ उर्वरक, कार्बनिक और अकार्बनिक दोनों प्रकार का मानव निर्मित मिश्रण है।	❑ खाद एक प्राकृतिक पदार्थ है जो मवेशियों के गोबर और पौधों के अवशेषों के अपघटन से प्राप्त होता है।
❑ उर्वरक कारखानों में तैयार किया जाता है।	❑ खाद खेतों में तैयार की जा सकती है।
❑ उर्वरक से मृदा को कोई ह्यूमस प्राप्त नहीं होता है।	❑ खाद से मृदा को भरपूर मात्रा में ह्यूमस प्राप्त होता है।
❑ इनमें नाइट्रोजन, पोटेशियम और फास्फोरस जैसे पादप पोषक तत्व प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं।	❑ इनमें पादप पोषक तत्व अपेक्षाकृत कम मात्रा में होते हैं।

- **उर्वरकों के उपयोग के परिणाम:** उर्वरकों के अत्यधिक उपयोग से प्रदूषण हो सकता है। यह कुछ दुर्लभ मामलों में मृदा के pH स्तर को भी परिवर्तित कर सकता है।
- **भूमि को परती छोड़ना:** जब भूमि को एक निश्चित अवधि के लिए परती छोड़ दिया जाता है, तो भूमि अपने पोषक तत्वों की पूर्ति स्वयं कर लेती है। इस भूमि का उपयोग पुनः खेती के लिए किया जा सकता है।

खाद के लाभ

- जैविक खाद को उर्वरक से बेहतर माना जाता है। ऐसा इसलिए है क्योंकि इसके उपयोग से मृदा की जल धारण क्षमता में वृद्धि होती है।
- यह मृदा को संरक्षित बनाती है जिससे गैसों का आदान-प्रदान आसान हो जाता है।
- इससे मित्र सूक्ष्मजीवों की संख्या बढ़ती है और मृदा की संरचना में सुधार होता है।

विचारणीय बिंदु

सूखा, वर्षा की कमी या इसके अनियमित वितरण के कारण होता है। सूखा वर्षा आधारित कृषि क्षेत्रों के लिए खतरा पैदा करता है। हल्की मृदा में जल धारण क्षमता कम होती है। हल्की मृदा वाले क्षेत्रों में, सूखे की स्थिति से फसलें प्रतिकूल रूप से प्रभावित होती हैं।



सिंचाई

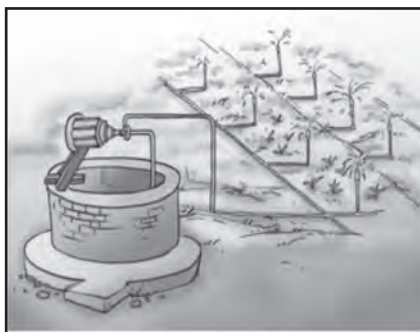
- **परिभाषा:** फसलों को नियमित अंतराल पर जल की आपूर्ति सिंचाई कहलाती है। सिंचाई का समय और आवृत्ति फसल, मृदा और मौसम के आधार पर अलग-अलग होती है। गर्मियों में, सिंचाई की आवृत्ति अधिक होती है।
- **सिंचाई का महत्व:** जल पौधों की जड़ों द्वारा अवशोषित होता है। जल के साथ-साथ खनिज एवं उर्वरक भी अवशोषित हो जाते हैं। पौधों में लगभग 90% जल होता है।
 - जल आवश्यक है क्योंकि शुष्क परिस्थितियों में बीजों का अंकुरण नहीं होता है।
 - जल घुलनशील पोषक तत्वों को पौधे के प्रत्येक भाग तक पहुँचाता है।
 - जल फसल को पाले और गर्म वायु दोनों से बचाता है।
- **सिंचाई के स्रोत:** सिंचाई के लिए जल के स्रोत हैं- कुएँ, नलकूप, तालाब, झीलें, नदियाँ, बाँध और नहरें।
 - **कुएँ:** कुएँ दो प्रकार के होते हैं खुदे हुए कुएँ तथा नलकूपा खुदे हुए कुएँ द्वारा भूमिगत जल स्तरों में स्थित पानी को एकत्रित किया जाता है। नलकूप में पानी गहरे जल स्तरों से निकाला जाता है। इन कुओं से सिंचाई के लिए पानी को पंप द्वारा निकाला जाता है।
 - **नहरें:** यह सिंचाई का एक बहुत विस्तृत तथा व्यापक तंत्र हैं। इनमें पानी एक या अधिक जलाशयों अथवा नदियों से आता है। मुख्य नहर से शाखाएँ निकलती हैं जो विभाजित होकर खेतों में सिंचाई करती हैं।
 - **नदी जल उठाव प्रणाली:** जिन क्षेत्रों में जलाशयों से कम पानी मिलने के कारण नहरों का बहाव अनियमित अथवा अपर्याप्त होता है वहाँ जल उठाव प्रणाली अधिक उपयोगी रहती है। नदियों के किनारे स्थित खेतों में सिंचाई करने के लिए नदियों से सीधे ही पानी निकाला जाता है।
 - **तालाब:** छोटे जलाशय जो छोटे क्षेत्रों में बहे हुए पानी का संग्रह करते हैं, तालाब का रूप ले लेते हैं।

सिंचाई के तरीके

- **पारंपरिक तरीके:** विभिन्न पारंपरिक तरीके हैं: खंदक (चरखी-प्रणाली), चैन पंप, डेकली, और रहट (लीवर प्रणाली)। पंपों का उपयोग आमतौर पर जल उठाने के लिए किया जाता है। इन पंपों को चलाने के लिए डीजल, बायोगैस, बिजली और सौर ऊर्जा का उपयोग किया जाता है।



चित्र 15.5 : मोट विधि



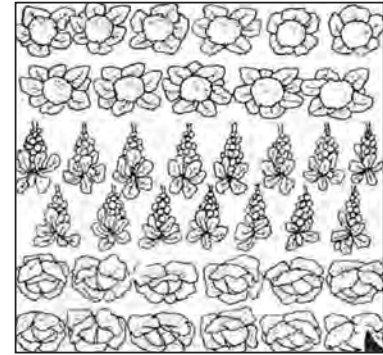
चित्र 15.6 : छिड़काव प्रणाली



चित्र 15.7 : ड्रिप तकनीक

- **आधुनिक तरीके:** ये हमें जल का किफायती उपयोग करने में मदद करते हैं। उपयोग की जाने वाली मुख्य आधुनिक विधियाँ इस प्रकार हैं:

- **स्प्रिंकलर प्रणाली:** यह प्रणाली असमतल भूमि पर अधिक उपयोगी है, जहाँ पर्याप्त जल उपलब्ध नहीं है। फसल पर जल इस तरह छिड़का जाता है जैसे वर्षा हो रही हो। स्प्रिंकलर लॉन, कॉफी बागानों और कई अन्य फसलों के लिए बहुत उपयोगी है।
- **ड्रिप प्रणाली:** इस प्रणाली में जल बूंद-बूंद करके सीधे जड़ों के पास गिरता है। इसलिए इसे 'ड्रिप प्रणाली' कहते हैं। यह फलों के पौधों, बगीचों और पेड़ों को जल देने की सबसे अच्छी तकनीक है। इसमें जल बिल्कुल भी बर्बाद नहीं होता। यह उन क्षेत्रों के लिए वरदान है जहाँ जल की उपलब्धता कम है।



चित्र 15.8 : अंतर-शस्यन प्रतिरूप

फसल चक्रण या फसल प्रतिरूप

- **फसल चक्रण:** किसी खेत में क्रमवार पूर्व नियोजित कार्यक्रम के अनुसार विभिन्न फसलों के उगाने को फसल चक्रण कहते हैं। यदि फसल चक्रण उचित ढंग से अपनाया जाए तो एक वर्ष में दो अथवा तीन फसलों से अच्छा उत्पादन किया जा सकता है। अधिक लाभ प्राप्त करने के लिए फसल उगाने की विभिन्न विधियों का उपयोग कर सकते हैं।
- **मिश्रित फसल:** मिश्रित फसल में भूमि के एक ही टुकड़े पर एक साथ दो या दो से अधिक फसलें उगाते हैं।
- **अंतर-शस्यन:** इसमें एक ही खेत में एक निश्चित प्रतिरूप में एक साथ दो या अधिक फसलें उगाना शामिल है। फसलों का चयन इस तरह किया जाता है कि उनकी पोषक तत्वों की जरूरतें अलग-अलग हों। इससे आपूर्ति किए गए पोषक तत्वों का अधिकतम उपयोग सुनिश्चित होता है तथा एक खेत में एक फसल से संबंधित सभी पौधों में कीटों और बीमारियों के फैलने से भी बचाव होता है।

कटाई, मड़ाई और निष्पावन

- **कटाई:** यह फसल के परिपक्व होने के बाद उसे काटने की प्रक्रिया है।
 - **कटाई के तरीके:** कटाई दो तरीकों से की जाती है। पहली है हाथों से, जिसमें दरांती का इस्तेमाल किया जाता है। दूसरी है यांत्रिक विधि, जिसमें हार्वेस्टर नामक एक बड़ी मशीन का इस्तेमाल किया जाता है।
- **श्रेषिंग:** 'श्रेषिंग' अनाज को भूसे से अलग करने की प्रक्रिया है। हालाँकि यह काम हाथ से भी किया जा सकता है, लेकिन इसे 'कम्बाइन' नामक मशीन की मदद से किया जाता है जो वास्तव में एक हार्वेस्टर और श्रेसर दोनों है।

फसल कटाई का त्योहार

- तीन-चार महीने की कड़ी मेहनत के बाद फसल की कटाई का दिन आता है। इसलिए, फसल की कटाई का समय भारत के सभी हिस्सों में बहुत खुशी और उल्लास का होता है।
- पुरुष और महिलाएँ इसे बड़े उत्साह के साथ मनाते हैं। फसल की कटाई के मौसम से जुड़े विशेष त्योहार हैं: पोंगल, बैसाखी, होली, दिवाली, नवबन्या और बिहू।



चित्र 15.9 : कॉम्बाइन (श्रेषिंग)



चित्र 15.10 : विनोइंग (निष्पावन)

- **निष्पावन:** 'निष्पावन' वह प्रक्रिया है जिसमें वायु की मदद से अनाज के बीजों को भूसे से अलग किया जाता है। वायु के कारण हल्का भूसा उड़ जाता है और भारी अनाज नीचे गिर जाता है।

भंडारण

- कृषि में अनाज का भंडारण एक महत्वपूर्ण कार्य है। कटाई के बाद तैयार अनाज को भण्डार गृहों में संगृहीत किया जाता है।
- अनाज को सूखी जगह पर संगृहीत किया जाना चाहिए जिसमें कृंतक या कवक का संक्रमण न हो।
- भंडारण स्थलों को रोगाणुओं से मुक्त करने के लिए उनका धूम्रिकरण किया जाता है।
- **अन्न भंडार:** अन्न भंडार वह स्थान है, जहाँ ताजा प्राप्त अनाज का भंडारण किया जाता है।

फसल किस्म में सुधार

फसल की किस्म में सुधार का तरीका ऐसी फसल किस्म खोजने पर निर्भर करता है जो अच्छी उपज दे सके। इसे निम्नलिखित दो तरीकों से किया जा सकता है:

- ❑ **अधिक उपज:** प्रति एकड़ फसल की उत्पादकता बढ़ाना।
- ❑ **उन्नत किस्में:** फसल उत्पाद की गुणवत्ता, प्रत्येक फसल में भिन्न होती है। दाल में प्रोटीन की गुणवत्ता, तिलहन में तेल की गुणवत्ता और फल तथा सब्जियों का संरक्षण महत्वपूर्ण है।
- ❑ **जैविक और अजैविक प्रतिरोध:** विभिन्न स्थितियों में जैविक (रोग, कीट और नेमाटोड) और अजैविक (सूखा, लवणता, जलभराव, गर्मी, ठंड और पाला) तनावों के कारण फसल उत्पादन कम हो सकता है। इन तनावों के प्रति प्रतिरोधी किस्में फसल उत्पादन में सुधार कर सकती हैं।
- ❑ **परिपक्वता अवधि में परिवर्तन:** किसी फसल की अल्प परिपक्वता अवधि फसल उत्पादन की लागत को कम करती है और विविधता को किफायती बनाती है। एक समान परिपक्वता से कटाई की प्रक्रिया आसान हो जाती है और कटाई के दौरान नुकसान कम हो जाता है।
- ❑ **व्यापक अनुकूलनशीलता:** यह विभिन्न क्षेत्रों में विभिन्न जलवायु परिस्थितियों में फसल उगाने की अनुमति देता है।
- ❑ **वांछनीय शस्य-विज्ञान संबंधी विशेषताएँ:** यह उत्पादकता बढ़ाती है, उदाहरण के लिए, लम्बाई और प्रचुर शाखाएँ चारा फसलों के लिए वांछनीय विशेषताएँ हैं; जबकि अनाजों में बौनापन वांछनीय है, ताकि इन फसलों द्वारा कम पोषक तत्वों का उपभोग किया जाए।

फसल सुरक्षा प्रबंधन

- ❑ खेत की फसलें बड़ी संख्या में खरपतवार, कीड़ों और बीमारियों से संक्रमित होती हैं। खरपतवार, कीड़ों और बीमारियों को विभिन्न तरीकों से नियंत्रित किया जा सकता है।
- ❑ एक तरीका कीटनाशकों का उपयोग हो सकता है। इसमें शाकनाशी, कीटनाशक और कवकनाशी शामिल हैं। इन रसायनों का फसल के पौधों पर छिड़काव किया जाता है या बीज और मृदा के उपचार के लिए उपयोग किया जाता है।
- ❑ हालाँकि, इन रसायनों का अत्यधिक उपयोग समस्याएँ पैदा करता है, क्योंकि वे कई पौधों और जानवरों की प्रजातियों के लिए जहरीले हो सकते हैं और पर्यावरण प्रदूषण का कारण बन सकते हैं।
- ❑ दूसरा है मानव श्रम या मशीनरी का उपयोग करके खरपतवारों को यांत्रिक रूप से हटाना।
- ❑ **खरपतवार और उनसे सुरक्षा:** खरपतवार अवांछनीय पौधे हैं जो फसल के साथ प्राकृतिक रूप से उग सकते हैं। खरपतवार जल, पोषक तत्व, स्थान और प्रकाश को अवशोषित करके फसलों से प्रतिस्पर्द्धा करते हैं। निम्नलिखित विधियों से फसलों को खरपतवार से बचाया जा सकता है:
 - **जुताई:** जुताई फसलों की बुआई से पहले की जाने वाली एक प्रक्रिया है जो खरपतवारों को उखाड़ने और खत्म करने में मदद करती है।
 - **हाथों से हटाना:** हाथों से हटाने में खरपतवारों को मृदा से उखाड़कर या समय-समय पर जमीनी स्तर पर काटकर भौतिक रूप से हटाना शामिल है।
 - **खरपतवारनाशी:** खरपतवारों को मारने के लिए जिन रसायनों का प्रयोग किया जाता है उन्हें खरपतवारनाशी कहते हैं। वे आमतौर पर फसल को नुकसान नहीं पहुँचाते।

विचारणीय बिंदु

जैसे फसल सुरक्षा प्रबंधन होता है, वैसे ही पशुओं के स्वास्थ्य की रक्षा के लिए पशु सुरक्षा प्रबंधन भी होना चाहिए। क्या आपको लगता है कि ऐसी सुरक्षा महत्वपूर्ण है? समुद्री फार्मिंग के मामले में गुणवत्ता कैसे सुनिश्चित की जाती है?



पशुपालन

पशुधन के प्रबंधन को पशुपालन कहते हैं।

पशुपालन

- ❑ पशुपालन दो उद्देश्यों के लिए किया जाता है, अर्थात् दूध के लिए और कृषि कार्य, जैसे कि जुताई, सिंचाई और भार ढोने हेतु।
- ❑ दूध का उत्पादन पशुओं द्वारा दुग्ध उत्पादन की अवधि पर निर्भर करता है। अतः दुग्ध उत्पादन की अवधि बढ़ाकर दूध उत्पादन बढ़ाया जा सकता है।
- ❑ विदेशी नस्लों का चयन लंबी दुग्ध उत्पादन अवधि के लिए किया जाता है, जबकि स्थानीय नस्लें रोगों के प्रति उत्कृष्ट प्रतिरोध प्रदर्शित करती हैं।
- ❑ **डेयरी पशुओं की खाद्य आवश्यकताएँ:** पशु आहार में मोटा चारा, जो मुख्य रूप से फाइबर होता है, और सांद्रित पदार्थ, जिसमें फाइबर कम होता है तथा प्रोटीन एवं अन्य पोषक तत्वों का स्तर अपेक्षाकृत अधिक होता है, शामिल है। डेयरी पशुओं की खाद्य आवश्यकताएँ दो प्रकार की होती हैं:
 - **रखरखाव की आवश्यकता,** जिसका अर्थ है पशु को स्वस्थ जीवन जीने के लिए आवश्यक भोजन।
 - **दूध उत्पादन की आवश्यकता,** जो स्तनपान अवधि के दौरान आवश्यक भोजन का प्रकार है।

कुक्कुट पालन

- कुक्कुट या मुर्गी पालन के अंतर्गत अंडे और माँस के उत्पादन के लिए घरेलू मुर्गी को पाला जाता है। नस्ल सुधार के लिए भारतीय और विदेशी नस्लों के बीच 'क्रॉस-ब्रीडिंग' कार्यक्रम नई किस्मों को विकसित करने पर केंद्रित हैं।
- 'ब्रायलर' मुर्गियों को अच्छी वृद्धि दर और बेहतर खाद्य दक्षता के लिए विटामिन युक्त पूरक आहार दिया जाता है।
- मृत्यु दर से बचने तथा पंखों और शरीर की गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए सावधानी बरती जाती है। अच्छे उत्पादन के लिए, आवास और पोल्ट्री खाद्यान्न में तापमान और स्वच्छता की स्थिति का रखरखाव होना चाहिए, साथ ही बीमारियों और कीटों की रोकथाम और नियंत्रण भी होना चाहिए।



चित्र 15.11 : एसिल और लेगहॉर्न

मत्स्य पालन

- मत्स्य उत्पादन में पंखयुक्त मछलियाँ, कवचीय मछलियाँ जैसे प्रॉन तथा मोलस्क सम्मिलित हैं।
- एक प्राकृतिक संसाधनों से है, जिसे 'कैप्चर फिशिंग' कहा जाता है।
- दूसरा तरीका 'मत्स्य कृषि' है, जिसे 'कल्चर फिशरी' कहा जाता है।
- मत्स्य पालन समुद्री और मीठे जल के पारिस्थितिकी तंत्रों में मत्स्यों को पकड़कर और उनका पालन करके किया जा सकता है।

समुद्री मत्स्य पालन

- लोकप्रिय समुद्री मछली किस्मों में पॉम्फ्रेट, मैकेरल, टूना, सार्डिन और बॉम्बे डक शामिल हैं। समुद्री मछलियाँ, मछली पकड़ने वाली नावों से कई तरह के मछली पकड़ने के जाल का उपयोग करके पकड़ी जाती हैं।
- उपग्रहों और 'इको साउंडर्स' का उपयोग करके खुले समुद्र में मछलियों के बड़े समूहों का पता लगाकर उत्पादन बढ़ाई जा सकती है।

अंतःस्थली मत्स्यक्री

- ताजा जल के स्रोत नाले, तालाब, पोखर तथा नदियाँ हैं। खारे जल के संसाधन, जहाँ समुद्री जल तथा ताजा जल मिश्रित होते हैं जैसे कि नदी मुख (एस्चुरी) तथा लैगून भी महत्वपूर्ण मत्स्य भंडारण हैं।
- जब मछलियों का प्रग्रहण अंतःस्थली वाले स्रोतों पर किया जाता है तो उत्पादन अधिक नहीं होता।
- इन संसाधनों से अधिकांश मछली उत्पादन जलीय कृषि के माध्यम से होता है।

मधुमक्खी पालन

- मधुमक्खी पालन में कम निवेश की आवश्यकता होती है, किसान इसे अतिरिक्त आय-उत्पादक गतिविधि के रूप में उपयोग करते हैं। शहद के अतिरिक्त, मधुमक्खी के छत्ते मोम का भी स्रोत हैं जिसका उपयोग विभिन्न औषधियों के निर्माण में किया जाता है।
- इतालवी मधुमक्खियों में शहद एकत्र करने की उच्च क्षमता होती है।
- वे अन्य प्रकार की मधुमक्खियों की तुलना में काफी कम डंक मारती हैं।
- निर्धारित छत्ते में काफी समय तक रहती है और प्रजनन तीव्रता से करती है।
- व्यावसायिक शहद उत्पादन के लिए, मधुमक्खी फार्म या मधुमक्खी पालन केंद्र स्थापित किए जाते हैं।

निष्कर्ष

संतुलित आहार का महत्व समग्र स्वास्थ्य और तंदुरुस्ती के लिए आवश्यक पोषक तत्त्व प्रदान करने की इसकी क्षमता में निहित है। सतत कृषि और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी खाद्य और फसल प्रबंधन महत्वपूर्ण है। इसमें खाद और उर्वरकों को प्रमुख संसाधन मानते हुए वृहद् और सूक्ष्म पोषक तत्वों के संतुलित उपयोग के माध्यम से फसलों को पोषक तत्वों की आपूर्ति के अनुकूलतम बनाना शामिल है। कुक्कुट पालन जैसे उचित पशुपालन से प्रोटीन का एक धारणीय स्रोत सुनिश्चित होता है। 'इको-साउंडर्स' और उपग्रहों जैसी प्रौद्योगिकी द्वारा निर्देशित कुशल मत्स्यन, विविध आहारिय विकल्प प्रदान करता है। इसके अतिरिक्त, मधुमक्खी पालन शहद और मोम उत्पादन में भी योगदान देता है। ये क्रियाकलाप सामूहिक रूप से अधिक विश्वसनीय और सतत खाद्य उत्पादन प्रणाली में योगदान देती हैं, जो पौष्टिक और सुरक्षित भोजन की बढ़ती वैश्विक मांग को पूरा करती हैं।

महत्त्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **संतुलित आहार:** वह आहार जिसमें विभिन्न प्रकार के खाद्य पदार्थ पर्याप्त मात्रा और सही अनुपात में शामिल हों जो कि अच्छे स्वास्थ्य के विकास और उसे बनाए रखने के लिए सभी अनिवार्य पोषक तत्व प्रदान करते हों।
- ❖ **बेरी-बेरी:** विटामिन B₁ (थायमिन) की कमी से होने वाला एक रोग।
- ❖ **कार्बोहाइड्रेट:** जीवित कोशिकाओं का एक आवश्यक संरचनात्मक घटक और जंतुओं के लिए ऊर्जा का स्रोत।
- ❖ **अन्न भंडार:** अनाज या पशु चारा के लिए एक भंडारगृह।
- ❖ **कटाई:** पकी हुई फसल को एकत्र करना
- ❖ **अंतर-शस्यन:** एक बहु-फसल पद्धति, जिसमें एक ही खेत में एक साथ दो या अधिक फसलों की खेती शामिल है।
- ❖ **सिंचाई:** कुओं, तालाबों आदि जैसे विभिन्न साधनों से शुष्क भूमि को जल की आपूर्ति करना।
- ❖ **खरीफ फसल:** वर्षा ऋतु (जुलाई से अक्टूबर) में उगाई जाने वाली फसल
- ❖ **खाद:** पशुओं के मल-मूत्र और पौधों के अपशिष्ट के अपघटन से खाद तैयार की जाती है। खाद मृदा को पोषक तत्वों और कार्बनिक पदार्थों से समृद्ध करने में मदद करती है और मृदा की उर्वरता में वृद्धि करती है।
- ❖ **हल:** यह एक लकड़ी या लोहे का औजार होता है जिसमें एक नुकीला सिरा होता है जिससे मिट्टी को ढीला किया जाता है और पलटा जाता है।
- ❖ **रबी फसल:** सर्दियों के मौसम (अक्टूबर से मार्च) में उगाई जाने वाली फसल
- ❖ **रुक्षांश:** मोटा, अपचनीय वनस्पति भोजन जिसमें पोषक तत्व कम होते हैं।
- ❖ **स्कर्वी:** विटामिन C (एस्कॉर्बिक एसिड) की कमी से होने वाला रोग।
- ❖ **थ्रेसिंग:** अनाज या बीज को चोकर और भूसे से अलग करना।
- ❖ **निष्पावन:** 'निष्पावन' वह प्रक्रिया है जिसमें वायु की मदद से अनाज के बीजों को भूसे से अलग किया जाता है।





कुछ प्राकृतिक परिघटनाएँ

संदर्भ: इस अध्याय में कक्षा VIII की एनसीईआरटी (विज्ञान) के अध्याय 12 का सारांश शामिल है।

परिचय

प्राकृतिक परिघटनाओं के इस अध्याय में, हम तड़ित और भूकंप पर प्रकाश डालेंगे। तड़ित बिजली तीव्र, चमकदार चिंगारी की तरह होती है और भूकंप पृथ्वी की हलचल के रूप में होता है। ये चीजें समस्याएँ लेकर आती हैं जिनका लोगों को सामना करना पड़ता है। हालाँकि, हम तड़ित तथा भूकंप से बचने और सुरक्षित रहने के लिए विभिन्न सुरक्षा प्रक्रियाओं और सामग्रियों का प्रयोग कर सकते हैं।

तड़ित

- ❑ तड़ित बादलों और ज़मीन के बीच आवेश असंतुलन के कारण उत्पन्न होने वाली विद्युत चमक है, जो बादलों में आवेश के संचय के कारण होती है।
- ❑ प्राचीन समय में, लोग तड़ित से यह सोचकर डरते थे कि यह देवताओं का प्रकोप है।

विंगारियाँ जिसके बारे में यूनानी लोगों को ज्ञान था

- ❑ 600 ईसा पूर्व में यूनानियों ने स्थैतिक विद्युत की घटना की खोज की, उन्होंने देखा कि जब 'एम्बर' को 'फर' के साथ रगड़ा जाता है, तो विद्युत आवेश के कारण हल्की वस्तुएँ उसकी ओर आकर्षित होती हैं।
- ❑ वर्ष 1752 ई. में अमेरिकी वैज्ञानिक बेन्जामिन फ्रेंकलिन ने यह दर्शाया कि तड़ित तथा वस्त्रों में उत्पन्न चिंगारी वास्तव में एक ही परिघटना है। परन्तु इस तथ्य के साकार होने में 2000 वर्ष लगे।

रगड़ द्वारा आवेशन

- ❑ जब वस्तुओं को आपस में रगड़ा जाता है, तो इलेक्ट्रॉन्स का स्थानांतरण होता है, जिसके परिणामस्वरूप एक वस्तु पर धनात्मक आवेश और दूसरी पर ऋणात्मक आवेश होता है, जो स्थैतिक विद्युत में एक मौलिक घटना है।
- ❑ 'प्लास्टिक रीफिल' को पॉलिथीन से रगड़ने पर आवेश स्थानांतरित होता है, जिसके परिणामस्वरूप वस्तुएँ आवेशित हो जाती हैं।
- ❑ इस घटना को गुब्बारे, रबड़ और स्टील के चम्मच सहित विभिन्न सामग्रियों में देखा जा सकता है।
- ❑ रगड़ने से उत्पन्न विद्युत आवेश तब तक स्थिर रहते हैं जब तक कि वे गतिमान होकर विद्युत धारा का निर्माण नहीं कर देते।

आवेशों के प्रकार और उनकी परस्पर क्रिया

- ❑ रगड़ने की प्रक्रिया के दौरान, इलेक्ट्रॉन एक वस्तु से दूसरी वस्तु में गमन करते हैं, जिससे एक में इलेक्ट्रॉनों की अधिकता और दूसरे में कमी हो जाती है, जिसके परिणामस्वरूप आवेशित वस्तुओं का निर्माण होता है।
- ❑ उदाहरण के लिए, जब काँच की छड़ को रेशमी कपड़े से रगड़ा जाता है, तो काँच धनावेशित हो जाता है, और रेशमी कपड़ा ऋणावेशित हो जाता है, जो उनके बीच विद्युत आवेश के स्थानांतरण को दर्शाता है।
- ❑ **ऋणात्मक रूप से आवेशित:** जिन वस्तुओं में इलेक्ट्रॉनों की अधिकता होती है उन्हें ऋणावेशित कहा जाता है।
- ❑ **धनात्मक रूप से आवेशित:** जिन वस्तुओं में इलेक्ट्रॉनों की कमी होती है उन्हें धनावेशित कहा जाता है।
- ❑ रगड़ने से उत्पन्न विद्युत आवेश स्थैतिक होते हैं। वे स्वयं गति नहीं करते। जब आवेश गति करते हैं, तो वे विद्युत धारा बनाते हैं।

- किसी परिपथ में प्रवाहित धारा, जो बल्ब को चमकाती है, या तार को गर्म करती है, यह कुछ और नहीं बल्कि आवेशों की गति है।
- समान आवेश एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं, जबकि असमान आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते हैं।

आवेशों का स्थानांतरण

- जब हम आवेशित एल्युमीनियम फॉयल को छूते हैं, तो आवेश हमारे शरीर में प्रवाहित होता है क्योंकि मानव शरीर एक सुचालक है, जो आवेशों को पृथ्वी पर निर्मुक्त करता है।
- **अर्थिंग:** किसी आवेशित वस्तु से आवेश को पृथ्वी पर स्थानांतरित करने की प्रक्रिया को 'अर्थिंग' कहा जाता है।
 - किसी भी प्रकार के विद्युत रिसाव के कारण होने वाले विद्युत झटकों से बचाने के लिए भवनों में 'अर्थिंग' की व्यवस्था की जाती है।

विद्युतदर्शी (इलेक्ट्रोस्कोप)

- इसका उपयोग यह पता लगाने के लिए किया जाता है कि वस्तु आवेशित है या नहीं।
- इलेक्ट्रोस्कोप में दो धातु की एल्युमीनियम फॉयल या पट्टियाँ एक दूसरे के करीब रखी होती हैं।
- एल्युमीनियम फॉयल के सिरे धातु के तार या छड़ से चिपके होते हैं, जो काँच की निम्न चालकता के कारण काँच की बोतल में बंद होते हैं।
- जब कोई आवेशित वस्तु धातु के तार को स्पर्श करती है, तो आवेश सुचारु रूप से स्थानांतरित हो जाते हैं, तथा एल्युमीनियम फॉयल की सतह पर समान रूप से वितरित हो जाते हैं, जिससे संतुलित आवेश वितरण होता है।
- जब एल्युमीनियम फॉयल को समान आवेशों से आवेशित किया जाता है, तो वे एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं, एक दूसरे से दूर हो जाते हैं और वस्तु के आवेश का स्पष्ट प्रमाण प्रदान करते हैं।

क्या आप जानते हैं?

- जब बिजली गिरती है, तो वायु में एक छिद्र का निर्माण हो जाता है, जिसे चैनल कहते हैं।
- बिजली गिरने के बाद, छिद्र बंद हो जाता है। जब छिद्र बंद होता है तो आपको जो आवाज़ सुनाई देती है वह गड़गड़ाहट होती है।

तड़ित की घटना

- वर्षा या आंधी में वायु ऊपर उठती है जबकि जल की बूंदें नीचे गिरती हैं।
- वर्षा के दौरान, आवेश अलग हो जाते हैं, बादलों के ऊपरी किनारों के पास धनात्मक आवेश जमा हो जाते हैं, और निचले किनारों के पास ऋणात्मक आवेश जमा हो जाते हैं।
- इसके अलावा, जमीन पर धनात्मक आवेश जमा हो जाते हैं।
- बादलों और भूमि के बीच वायु मौजूद होती है जो आमतौर पर आवेशों के लिए कमजोर चालकता प्रदर्शित करती है। हालाँकि, जब इसका प्रतिरोध कम हो जाता है, तो यह आवेशों का संचालन करना शुरू कर देती है।
- ऋणात्मक और धनात्मक आवेश आपस में टकराते हैं, जिसके परिणामस्वरूप तीव्र प्रकाश और ध्वनि उत्पन्न होती है, जिसे हम तड़ित के रूप में देखते हैं, विद्युत् विसर्जन के रूप में जाना जाता है।
- विद्युत विसर्जन बादलों और पृथ्वी की सतह के बीच या वायुमंडल में दो बादलों के बीच हो सकता है।



चित्र 16.1: आवेशों के संचयन से तड़ित का निर्माण

तड़ित से सुरक्षा के लिए अनुसरण योग्य दिशा-निर्देश

घर से बाहर

- किसी सुरक्षित स्थान पर शरण लें, जैसे पेड़ों का एक छोटा सा झुमड़ा।
- अगर आप किसी वाहन के अंदर हैं, तो दरवाजे और खिड़कियाँ बंद करके अंदर ही रहें।
- धातु के खंभों से सुरक्षित दूरी बनाए रखें।
- ज़मीन पर लेटने से बचें; इसके बजाय, अपने सिर को अपने हाथों से सुरक्षित करके नीचे झुक जाएँ।

विचारणीय बिंदु

तड़ित मूलतः वायुमंडल में होने वाला विद्युत विसर्जन है, जो एक प्राकृतिक ऊर्जा संसाधन का प्रतिनिधित्व करता है। क्या आप मानते हैं कि तड़ित से विद्युत ऊर्जा प्राप्त करना संभव है, और क्या इस क्षेत्र में कोई शोध कार्य चल रहा है?



घर के अंदर

- टेलीफोन और बिजली के तारों को छूने से बचें।
- बिजली गिरने के दौरान नहाने से बचें।
- सावधानी के तौर पर बिजली के उपकरणों को अनप्लग कर दें।

तड़ित चालक

- तड़ित चालक एक उपकरण है जिसका उपयोग इमारतों को तड़ित से बचाने के लिए किया जाता है।
- निर्माण चरण में, इमारत के ऊपरी किनारे पर एक धातु की छड़ को सावधानीपूर्वक रखा जाता है। इसका एक सिरा वायु में होता है, जो तड़ित को आकर्षित करने वाला बिंदु बनाता है, जबकि दूसरा सिरा सतह के नीचे मजबूती से जमीन पर टिका होता है, जिससे तड़ित के लिए सुरक्षित मार्ग सुनिश्चित होता है।
- जब तड़ित छड़ से टकराती है, तो आवेश पृथ्वी पर स्थानांतरित हो जाता है, जिससे इमारत सुरक्षित रहती है।



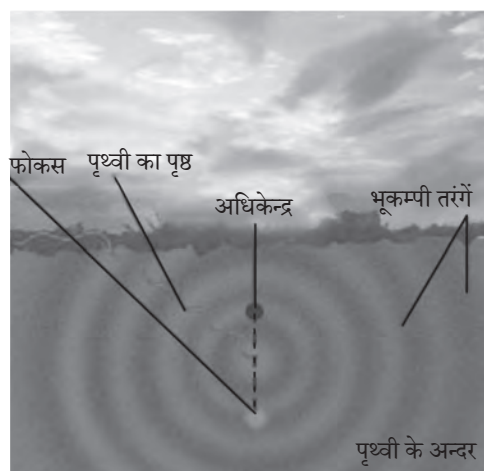
चित्र 16.2: तड़ित चालक

भूकंप

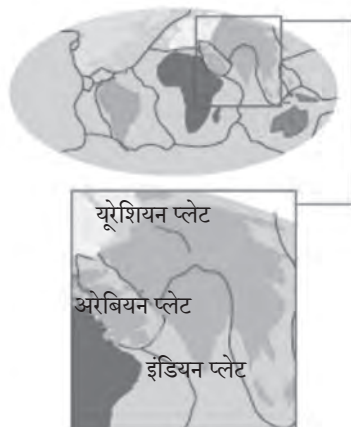
- पृथ्वी का अचानक हिलना या कांपना जो बहुत कम समय तक रहता है, उसे भूकंप कहा जाता है।
- **केंद्र:** पृथ्वी के अंदर वह बिंदु, जहाँ से भूकंप शुरू होता है, केंद्र बिंदु है।
- **अधिकेंद्र:** यह केंद्र बिंदु के ऊपर पृथ्वी की सतह पर स्थित बिंदु है।
- भूकंप बाद, भूस्खलन, सुनामी और जान-माल की हानि का कारण भी बन सकते हैं।

भूकंप के कारण

- यह पृथ्वी की पर्पटी के अंदर गहराई में विक्षोभ के कारण उत्पन्न होता है।
- पृथ्वी की बाह्य परत खंडित है।
- **प्लेट:** प्रत्येक टुकड़े को 'प्लेट' कहा जाता है।
- ये प्लेटें **निरंतर गति** करती रहती हैं, इसलिए जब वे **एक-दूसरे से टकराती** हैं, या टकराव के कारण एक प्लेट दूसरी के नीचे चली जाती है, तो वे पृथ्वी की पर्पटी में विक्षोभ उत्पन्न करती हैं।
- यह विक्षोभ ही पृथ्वी की सतह पर भूकंप के रूप में दिखाई देती है।
- भूकंप के अन्य कारण ज्वालामुखी विस्फोट, उल्कापिंडों का टकराना और परमाणु विस्फोट हैं।



चित्र 16.3: भूकम्प का चित्र



चित्र 16.4: पृथ्वी की प्लेटें

भूकंपीय या भ्रंश क्षेत्र

- प्लेटों की सीमाएँ दुर्बल क्षेत्र हैं जहाँ भूकंप आने की आशंका अधिक होती है। कमजोर क्षेत्रों को भूकंपीय या भ्रंश क्षेत्र भी कहा जाता है।



चित्र 16.5: पृथ्वी की प्लेटों की गतियाँ।

भारत के भूकंपीय या भ्रंश क्षेत्र

भारत में सर्वाधिक खतरे वाले क्षेत्र इस प्रकार हैं:

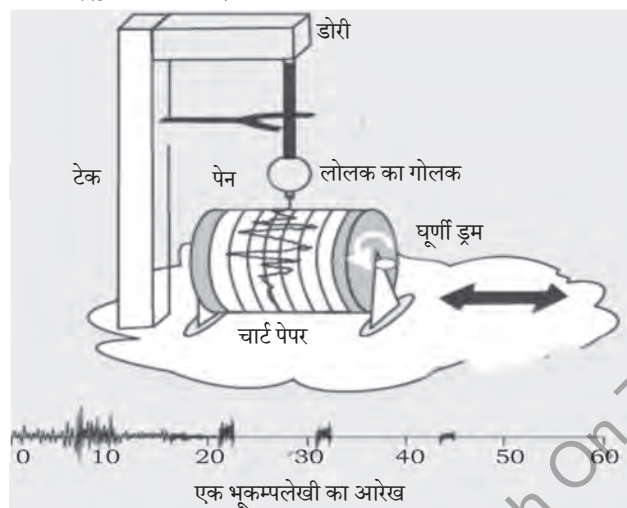
- कश्मीर
- पश्चिमी और मध्य हिमालय
- कच्छ का रण
- संपूर्ण उत्तर-पूर्व
- राजस्थान और सिंधु-गंगा का मैदान
- दक्षिण भारत के कुछ क्षेत्र

भूकंप का मापन

- सिस्मोग्राफ:** यह भूकंप का पता लगाने और रिकॉर्ड करने के लिए उपयोग किया जाने वाला एक उपकरण है।
 - इसमें एक धातु की छड़ होती है जो एक निश्चित आधार से जुड़ी होती है।
 - भूकंप के दौरान आधार में संचलन होता है, लेकिन छड़ में संचलन नहीं होता। आधार से छड़ तक की गति को आमतौर पर विद्युत वोल्टेज में बदल दिया जाता है।
 - यह रिकॉर्ड पृथ्वी के सापेक्ष धातु की छड़ की गति के समानुपाती है, लेकिन इसे भूमि संचलन के रिकॉर्ड में भी परिवर्तित किया जा सकता है।
- रिक्टर स्केल:** भूकंप की शक्ति को 'रिक्टर स्केल' नामक पैमाने पर परिमाण के रूप में व्यक्त किया जाता है।
 - विनाशकारी भूकंपों की तीव्रता रिक्टर पैमाने पर 7 से अधिक होती है।
 - भुज और कश्मीर दोनों भूकंपों की तीव्रता 7.5 से अधिक थी।



चित्र 16.6: भारतीय उपमहाद्वीप में पृथ्वी की प्लेटों की गतियाँ



चित्र 16.7: एक भूकंपलेखी का आरेख

भूकंप से सुरक्षा

- ❑ चूँकि हम जानते हैं कि भूकंप की भविष्यवाणी नहीं की जा सकती और ये अत्यधिक विनाशकारी होते हैं, इसलिए यह महत्वपूर्ण है कि हम हर समय अपनी सुरक्षा के लिए आवश्यक सावधानी बरतें।
- ❑ भूकंपीय क्षेत्रों में रहने वाले लोगों को, जहाँ भूकंप आने की अधिक आशंका होती है, विशेष रूप से तैयार रहना होगा। सबसे पहले, इन क्षेत्रों में इमारतों को इस तरह डिजाइन किया जाना चाहिए कि वे बड़े झटके झेल सकें। आधुनिक भवन निर्माण तकनीक इसे संभव बना सकती है।
- ❑ यह सलाह दी जाती है कि संरचना को सरल बनाया जाए ताकि यह 'भूकंप सुरक्षित' हो।
- ❑ अत्यधिक भूकंपीय क्षेत्रों में भारी निर्माण सामग्री की तुलना में मृदा या लकड़ी का उपयोग बेहतर होता है।
- ❑ चूँकि भूकंप के कारण कुछ इमारतों में आग लग सकती है, इसलिए यह आवश्यक है कि सभी इमारतों, विशेष रूप से ऊँची इमारतों में अग्निशामन उपकरण कार्यकारी स्थिति में हों।
- ❑ केंद्रीय भवन अनुसंधान संस्थान, रुड़की ने भूकंपरोधी मकान बनाने की तकनीक विकसित की है।

विचारणीय बिंदु

जापान भूकंप के प्रति सबसे संवेदनशील देशों में से एक है। उन्होंने भूकंप प्रतिरोधी निर्माण तकनीक विकसित की है। क्या आप जानते हैं कि भूकंप प्रतिरोधी निर्माण तकनीक कैसे कार्य करती है और भारत में यह किस प्रकार से सहायक होगी?



निष्कर्ष

इस अध्याय का अध्ययन न केवल तड़ित और भूकंप की जटिलताओं को उजागर करता है, बल्कि स्वयं को बचाने और संभावित नुकसान को कम करने के लिए व्यावहारिक दिशा-निर्देश भी प्रदान करता है। इसके अलावा, यह स्थैतिक विद्युत और तड़ित के साथ इसके रोचक संबंध को व्यापक अन्वेषण प्रदान करता है, जिससे पाठकों को इन आकर्षक विषयों की पूरी समझ विकसित करने में मदद मिलती है।

महत्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **अर्थिंग:** किसी आवेशित वस्तु से पृथ्वी में आवेश स्थानांतरित करने की प्रक्रिया।
- ❖ **भूकंप:** पृथ्वी का अचानक संचलन या कंपन, जो बहुत कम समय के लिए होता है।
- ❖ **इलेक्ट्रोस्कोप:** इसका उपयोग यह जानने के लिए किया जाता है कि वस्तु आवेशित है या अनावेशित।
- ❖ **रिक्टर स्केल:** यह भूकंपमापी दोलनों के आधार पर भूकंप की तीव्रता को व्यक्त करने का एक संख्यात्मक पैमाना है।
- ❖ **सिस्मोग्राफ:** भूकंप का पता लगाने और रिकॉर्ड करने के लिए उपयोग किया जाने वाला एक उपकरण।





हमारा पर्यावरण

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-VI के अध्याय-11, कक्षा-VII के अध्याय-12 व 13 तथा कक्षा-X के अध्याय-13 का सारांश शामिल है।

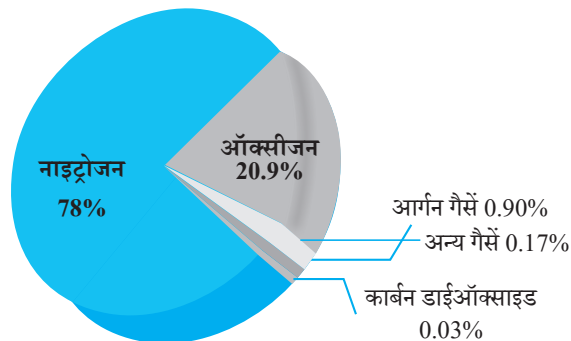
परिचय

पृथ्वी के पर्यावरण में वायु, जल और भूमि की परस्पर संबद्ध प्रणालियाँ शामिल हैं, जो जीवन और पारिस्थितिकी तंत्र को बनाए रखने का कार्य करती हैं। पर्यावरण जैव विविधता को बनाए रखने में सहायक है, जलवायु को नियंत्रित करता है, तथा मानव अस्तित्व और जनकल्याण के लिए आवश्यक संसाधन उपलब्ध कराता है। वायु, जल और भूमि पृथ्वी के पर्यावरण के आवश्यक तत्व हैं। वायु ऑक्सीजन के माध्यम से जीवन के लिए आवश्यक है, जल पारिस्थितिकी तंत्र और मानवीय आवश्यकताओं की पूर्ति करता है, तथा भूमि से विविध प्रजातियों के लिए पर्यावास और संसाधन उपलब्ध होते हैं।

वायुमंडल का संघटन

हमारी पृथ्वी के चारों ओर वायु की एक पतली परत पाई जाती है। इस परत का पृथ्वी की सतह से कई किलोमीटर ऊपर तक विस्तार है और इसे **वायुमंडल** कहा जाता है। जैसे-जैसे हम वायुमंडल में ऊपर की ओर जाते हैं, वायु विरल होती जाती है। वायु अनेक गैसों का मिश्रण है। इसके कुछ घटक इस प्रकार सूचीबद्ध हैं:

- ❑ **जलवाष्प:** वायुमंडल में मौजूद जलवाष्प की वास्तविक मात्रा को **निरपेक्ष आर्द्रता** कहा जाता है। यह वायु के प्रति इकाई आयतन में जलवाष्प का वजन है एवं इसे ग्राम प्रति घन मीटर के रूप में व्यक्त किया जाता है। वायु द्वारा जलवाष्प को ग्रहण करने की क्षमता पूरी तरह से तापमान पर निर्भर होती है।
- ❑ **ऑक्सीजन:** वायुमंडल में ऑक्सीजन को प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है। वायुमंडल में ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड का संतुलन पौधों व जीवों की श्वसन क्रियाओं तथा पौधों में प्रकाश संश्लेषण द्वारा होता है।
- ❑ **नाइट्रोजन:** वायु में अधिकांश भाग नाइट्रोजन है।
- ❑ **कार्बन डाइऑक्साइड:** कार्बन डाइऑक्साइड का वायु में एक छोटा सा अंश है। पादप और जीव श्वसन के लिए ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं तथा कार्बन डाइऑक्साइड को उत्सर्जित करते हैं। पादप और जीव भी पदार्थों के दहन के लिए ऑक्सीजन का उपयोग करते हैं तथा मुख्य रूप से कार्बन डाइऑक्साइड और कुछ अन्य गैसों उत्सर्जित करते हैं।
- ❑ **धूल और धुआँ:** ईंधन के दहन से भी धुआँ उत्सर्जित होता है। धुएँ में कुछ गैसों और महीन धूल के कण होते हैं जो सामान्यतः हानिकारक होते हैं। धूल के कण हमेशा वायु में विद्यमान रहते हैं। वायु में धूल के कणों की उपस्थिति समय और स्थान के अनुसार परिवर्तित होती रहती है।



जल और मृदा में ऑक्सीजन

- ❑ जब जल को गर्म किया जाता है, तो सर्वप्रथम उसमें घुलित वायु मुक्त होती है। फिर, स्वयं जल वाष्प में परिवर्तित हो जाता है और उबलने लगता है। उबलते जल में जो बुलबुले बनते हैं या दिखाई देते हैं, वे जलवाष्प से बने होते हैं।
- ❑ मृदा में रहने वाले जीवों द्वारा मृदा में बहुत सारे बिल और छिद्र बनाए जाते हैं। ये बिल मृदा में वायु के प्रवेश और निकास के लिए मार्ग का निर्माण करते हैं।

विचारणीय बिंदु

हमारा ग्रह वायु से घिरा हुआ है, जिसे वायुमंडल के रूप में जाना जाता है, जिसका पृथ्वी की सतह से कई किलोमीटर ऊपर तक विस्तार है। यदि हमारे पास वायुमंडल न हो, तो इसके परिणामों के बारे में आपके क्या विचार हैं? इसका जीवन के अस्तित्व पर क्या प्रभाव पड़ सकता है, या क्या ऐसी परिस्थितियों में जीवन संभव हो सकता है?



पारितंत्र एवं इसके घटक

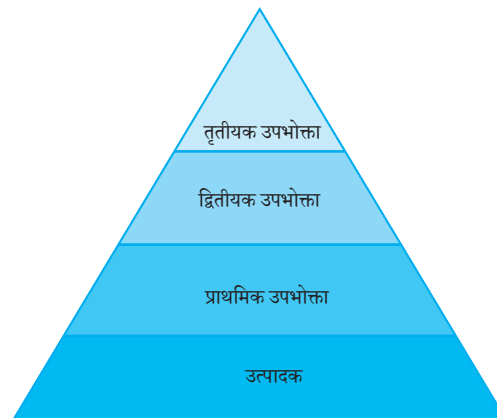
- **पर्यावरण:** सभी जैविक (जीवित प्राणियों से संबंधित) और अजैविक (निर्जीव से संबंधित) कारकों, पदार्थों और स्थितियों का कुल योग जो जीवों के चारों ओर विद्यमान हैं और उन घटकों में शामिल हुए बिना उन्हें संभावित रूप से प्रभावित करते हैं।
- **पारिस्थितिकी तंत्र:** यह जीवमंडल की एक संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई है जिसमें जीवित प्राणी और उनका भौतिक वातावरण तथा उनके बीच की अंतःक्रिया शामिल है। 'पारिस्थितिकी तंत्र' शब्द को वर्ष 1935 ई. में **ए.जी. टेन्सले** द्वारा प्रस्तुत किया गया था।

खाद्य शृंखलाएँ और खाद्य जाल

- **खाद्य शृंखला:** खाद्य शृंखला एक पारिस्थितिकी तंत्र में घटनाओं के उस क्रम को संदर्भित करती है, जहाँ एक जीवित जीव दूसरे जीव का भक्षण करता है, और बाद में उस जीव को दूसरे बड़े जीव द्वारा ग्रहण कर लिया जाता है।
- **उपभोक्ता:** जीव अपने पोषण के लिए उत्पादकों पर निर्भर रहते हैं। जीव चाहे सीधे उत्पादकों से भोजन ग्रहण करें या अप्रत्यक्ष रूप से अन्य उपभोक्ताओं का शिकार करके, उन्हें उपभोक्ता कहा जाता है। विभिन्न जैविक स्तरों पर विभिन्न जीव एक साथ मिलकर खाद्य शृंखला का निर्माण करते हैं।
- **पोषण स्तर:** खाद्य शृंखला के प्रत्येक स्तर को पोषण स्तर कहा जाता है।
 - **स्वपोषी:** स्वपोषी अथवा उत्पादक प्रथम पोषी स्तर हैं तथा सौर ऊर्जा का स्थिरीकरण करके उसे विषमपोषियों अथवा उपभोक्ताओं के लिए उपलब्ध कराते हैं।
 - **प्राथमिक और द्वितीयक उपभोक्ता:** शाकाहारी या प्राथमिक उपभोक्ता द्वितीयक पोषण स्तर पर पाए जाते हैं, जबकि छोटे माँसाहारी या द्वितीयक उपभोक्ता तृतीयक पोषण स्तर पर पाए जाते हैं।



चित्र 17.1: (b) प्रकृति में आहार शृंखला (a) वन में (b) घास के मैदानों में (c) तालाब में



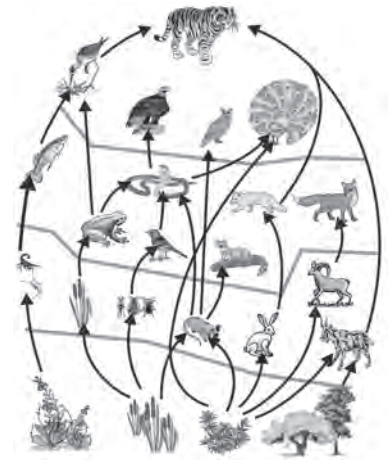
- **तृतीयक उपभोक्ता:** बड़े माँसाहारी, या तृतीयक उपभोक्ता, चौथे पोषण स्तर का निर्माण करते हैं।
- विभिन्न पोषण स्तरों पर एक जीव से दूसरे जीव में पोषक तत्वों और ऊर्जा का प्रवाह खाद्य शृंखला का निर्माण करता है।
घास → कीड़े → मेंढक → साँप → चील
- **परस्पर जुड़ी हुई शृंखला:** पारितंत्र में कई परस्पर जुड़ी हुई खाद्य शृंखलाएँ होती हैं, और ये शृंखलाएँ एक-दूसरे पर निर्भर होती हैं। पारितंत्र का हर पहलू दूसरे घटकों पर निर्भर करता है। एक खाद्य शृंखला में व्यवधान आने से पारिस्थितिकी तंत्र के अंदर अन्य पर भी इसका प्रभाव पड़ता है।
- **ऊर्जा का एकदिशीय प्रवाह:** इसमें पर्यावरण घटकों के बीच होने वाली अंतःक्रियाओं में एक भाग से दूसरे भाग में ऊर्जा का स्थानांतरण शामिल होता है। यह एकदिशीय ऊर्जा का प्रवाह है।

विचारणीय बिंदु

अगर पृथ्वी पर सभी मधुमक्खियाँ विलुप्त हो जाएँ तो क्या होगा? क्या आप इस परिदृश्य में शामिल खाद्य शृंखला का निर्माण कर सकते हैं?



- स्थलीय पारिस्थितिकी तंत्रों में, हरे पौधे अपनी पत्तियों पर पड़ने वाली सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का लगभग 1% ग्रहण करते हैं और इसे खाद्य ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं। जैसे-जैसे ऊर्जा पोषण स्तरों से आगे बढ़ती है, यह प्रत्येक स्तर पर होने वाले क्षति के कारण लगातार कम होती जाती है। अधिकांश ऊर्जा पर्यावरण में ऊष्मा के रूप में नष्ट हो जाती है, कुछ पाचन कार्य पर खर्च हो जाती है, तथा शेष वृद्धि और प्रजनन में उपयोग कर ली जाती है।
- 10% का नियम:** सामान्यतः किसी जीव द्वारा ग्रहण किए गए भोजन का केवल 10% ही उसके अपने जैव मात्रा में परिवर्तित हो पाता है और खाद्य शृंखला में अगले स्तर के उपभोक्ताओं के लिए उपलब्ध हो पाता है। चूंकि अगले स्तर के उपभोक्ताओं के लिए ऊर्जा की बहुत कम मात्रा उपलब्ध होती है, इसलिए खाद्य शृंखला में आमतौर पर केवल तीन या चार चरण होते हैं। प्रत्येक चरण में पर्याप्त मात्रा में ऊर्जा की क्षति का अर्थ है कि चार पोषण स्तरों के बाद उपयोग के लिए ऊर्जा की अत्यधिक कम मात्रा शेष बचती है।
- किसी पारिस्थितिकी तंत्र के निचले पोषण स्तर पर सामान्यतः अधिक जीव होते हैं, तथा सर्वाधिक संख्या या आबादी उत्पादकों की होती है।
- खाद्य जाल:** खाद्य जाल लंबाई और जटिलता के मामले में महत्वपूर्ण भिन्नता को दर्शाते हैं। एक रेखीय खाद्य शृंखला के स्थान पर, खाद्य जाल में प्रत्येक जीव का सामान्यतः कई अन्य प्रजातियों द्वारा भक्षण किया जाता है, जो कई अन्य जीवों का शिकार बन जाते हैं। इस जटिल संबंध को अक्सर सीधी रेखा वाली खाद्य शृंखला के बजाय शाखाओं के एक जाल के रूप में दर्शाया जाता है।



चित्र 17.2: अनेक आहार शृंखलाओं से बना आहार जाल

वन: हमारी जीवन रेखा

वन प्रकृति में हरित फेफड़े (Green Lungs) और जल शोधन प्रणाली के रूप में कार्य करते हैं। वनों में कई प्रकार के वृक्ष, झाड़ियाँ, जड़ी-बूटियाँ और घास पाई जाती हैं। वन की भूमि और वृक्ष विभिन्न प्रकार की लताओं और बेलों से आच्छादित होते हैं।

वन के भाग

- वृक्ष:** वनों में वृक्ष सबसे ऊपरी परत का निर्माण करते हैं, उसके बाद झाड़ियाँ आती हैं। जड़ी-बूटियाँ वनस्पति की सबसे निचली परत का निर्माण करती हैं। तने के ऊपर वृक्ष का शाखायुक्त भाग वृक्ष का शीर्ष/क्राउन (Crown) कहलाता है।
- कैनोपी:** ऊँचे वृक्षों की शाखाएँ वन के अन्य पौधों पर छत की तरह दिखती हैं जिन्हें कैनोपी (Canopy) कहा जाता है।
- वनोपज:** गोंद, शहद, मोम, तेल, मसाले, पशुओं के लिए चारा और औषधीय पौधे भी वनों से प्राप्त होने वाले कुछ उत्पाद हैं।

विचारणीय बिंदु

क्या आप जानते हैं कि न्यूनतम वन क्षेत्र कितना होना चाहिए? कौन-सा नियम इसे निर्धारित करता है? और न्यूनतम वन क्षेत्र क्यों महत्वपूर्ण है?



वनों का पोषक चक्र

- वन में पौधे, मृदा और अपघटकों के बीच अंतर-संबंध होता है।
- ह्यूमस मृदा में पाया जाने वाला काले रंग का कार्बनिक पदार्थ है जिसका निर्माण पौधे और जंतुओं के पदार्थों के अपघटन से होता है। यह पोषक तत्वों से भरपूर होता है और मृदा में नमी बनाए रखता है। ह्यूमस पौधों की वृद्धि और मृदा के स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है।
- वे सूक्ष्म जीव जो मृत पौधों और जंतुओं को ह्यूमस में परिवर्तित करते हैं, अपघटक कहलाते हैं।
- ह्यूमस की उपस्थिति यह सुनिश्चित करती है कि मृत पौधों और जंतुओं के पोषक तत्व मृदा में पहुँच जाएँ। वहाँ से इन पोषक तत्वों को पुनः जीवित पौधों की जड़ों द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है।

विचारणीय बिंदु

- ISFR 2021 के अनुसार, भारत का वन क्षेत्र 1980 के दशक के 19.53% से बढ़कर वर्ष 2021 में 21.71% हो गया है, और वर्तमान में वृक्ष क्षेत्र सहित इसका कुल हरित क्षेत्र 24.62% है।
- भारत वन स्थिति रिपोर्ट (ISFR):** यह भारतीय वन सर्वेक्षण विभाग (पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय के तहत) द्वारा जारी की जाने वाली द्विवार्षिक रिपोर्ट है।



पर्यावरण में वनों की भूमिका

वन : एक गतिशील सजीव इकाई

- पादपों की अत्यधिक विविधता के साथ, वन शाकाहारी जीवों के लिए भोजन और पर्यावास के अधिक अवसर प्रदान करते हैं। शाकाहारियों की अधिक संख्या का अर्थ है विभिन्न माँसाहारियों के लिए भोजन की अधिक उपलब्धता।

- ❑ जन्तुओं की विस्तृत विविधता वनों को पुनर्जीवित करने और बढ़ने में मदद करती है। अपघटक वन में उगने वाले पौधों को पोषक तत्वों की आपूर्ति बनाए रखने में मदद करते हैं।

वन: मृदा क्षरण और बाढ़ से सुरक्षा

- ❑ जब किसी क्षेत्र में वृक्ष नहीं होते हैं, तो वर्षा सीधे सतह या भूमि को प्रभावित करती है, जिससे आस-पास के क्षेत्र में बाढ़ आने की संभावना होती है। वृक्षों की जड़ें मृदा के कणों को बांधे रखने का कार्य करती हैं, लेकिन उनकी अनुपस्थिति में मृदा के बह जाने या कटाव होने का खतरा रहता है।
- ❑ मृदा की वनों के विकास और नवीनीकरण में महत्वपूर्ण भूमिका है। इसके अलावा, वन वर्षा जल के लिए प्राकृतिक स्पंज के रूप में कार्य करते हैं, जिससे वर्षा का जल धीरे-धीरे भूमि में चला जाता है। यह प्रक्रिया वर्ष भर निरंतर जल स्तर को बनाए रखने में सहायक है।
- ❑ वन न केवल बाढ़ को कम करके बल्कि नदियों में जल के प्रवाह को नियंत्रित करके, निरंतर और विश्वसनीय जल आपूर्ति सुनिश्चित कर दोहरे उद्देश्य की पूर्ति करते हैं।

जल: हमारी जीवन रेखा

- ❑ स्वच्छ जल मनुष्य की मूलभूत आवश्यकता है। एक अध्ययन के अनुसार, एक अरब से अधिक लोगों को सुरक्षित पेयजल उपलब्ध नहीं है। इसके कारण बड़ी संख्या में जल-जनित बीमारियाँ उत्पन्न होती हैं और यहाँ तक कि मौतें भी होती हैं।
- ❑ लोग, यहाँ तक कि बच्चे भी स्वच्छ जल प्राप्त करने के लिए कई किलोमीटर पैदल चलते हैं। यह एक गंभीर मुद्दा है जो मानवीय गरिमा को प्रभावित करता है।
- ❑ जनसंख्या वृद्धि, प्रदूषण, औद्योगिक विकास, कुप्रबंधन और अन्य कारकों के कारण मीठे जल की कमी बढ़ती जा रही है।
- ❑ 22 मार्च, 2005 में संयुक्त राष्ट्र महासभा (UNGA) ने 2005-2015 की अवधि को “जीवन के लिए जल” पर कार्यवाई के लिए अंतर्राष्ट्रीय दशक के रूप में घोषित किया। इस दशक के दौरान किए गए सभी प्रयासों का उद्देश्य उन लोगों की संख्या को आधा करना है जिनके पास सुरक्षित पेयजल तक पहुँच नहीं है।

अपशिष्ट जल

- ❑ अपशिष्ट जल वह गंदा जल होता है जिसमें झाग अधिक होता है, तेल मिला होता है तथा इसका रंग काला या भूरा होता है। यह सिंक, नहाने, शौचालय और कपड़े धोने के स्थानों से नालियों में प्रवाहित होता है।
- ❑ अपशिष्ट जल का पुनः उपयोग करने से जल की बचत की जा सकती है तथा बगीचों और शौचालयों आदि में उपयोग किए जाने वाले स्वच्छ पेयजल की मात्रा को कम किया जा सकता है।

विचारणीय बिंदु

जल कुछ और नहीं बल्कि दो हाइड्रोजन और एक ऑक्सीजन परमाणु का योग है। जल की व्यापक कमी के चलते हम प्रयोगशालाओं में रासायनिक रूप से जल का निर्माण क्यों नहीं कर सकते? क्या आप इस प्रकार के प्रयोग से संबंधित समस्याओं के बारे में सोच सकते हैं?



सीवेज प्रबंधन

- ❑ यह अपशिष्ट जल उपचार की प्रक्रिया है। अपशिष्ट जल की सफाई में जल निकास में प्रवेश करने या पुनः उपयोग किए जाने से पहले प्रदूषकों को हटाना शामिल है।
- ❑ सीवेज घरों, उद्योगों, अस्पतालों, कार्यालयों और अन्य उपयोगकर्ताओं द्वारा छोड़ा गया अपशिष्ट जल है। इसमें तूफान या भारी वर्षा के दौरान सड़क पर बहकर आया वर्षा जल भी शामिल है।
- ❑ वाहित मल (Sewage) एक तरल अपशिष्ट है। इसका अधिकांश भाग जल है, जिसमें निलंबित ठोस पदार्थ, कार्बनिक और अकार्बनिक अशुद्धियाँ, पोषक तत्व, मृतोपजीवी और रोग उत्पन्न करने वाले जीवाणु और अन्य सूक्ष्म जीवों का जटिल मिश्रण होता है।
- ❑ इनमें निम्नलिखित शामिल हैं:
 - कार्बनिक अशुद्धियाँ: मानव मल, पशु अपशिष्ट, तेल, यूरिया (मूत्र), कीटनाशक, शाकनाशी, फल और सब्जी अपशिष्ट, आदि।
 - अकार्बनिक अशुद्धियाँ: नाइट्रेट, फॉस्फेट, धातुएँ।
 - पोषक तत्व: फॉस्फोरस और नाइट्रोजन।
 - जीवाणु: जैसे कि विब्रियो कोलेरा जो हैजा का कारण बनता है और साल्मोनेला पैराटाइफी जो टाइफाइड का कारण बनता है।
 - अन्य सूक्ष्मजीव: जैसे कि प्रोटोजोआ जो पेचिश का कारण बनते हैं।

अपशिष्ट जल प्रबंधन

- ❑ अपशिष्ट जल के उपचार में भौतिक, रासायनिक और जैविक प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं, जो जल को दूषित करने वाले भौतिक, रासायनिक और जैविक पदार्थों को साफ करती हैं।
- ❑ अपशिष्ट जल को बार स्क्रीन की प्रक्रिया से गुजारा जाता है। ऐसा करने से वस्तुओं या कपड़े के टुकड़ों, डंडे, डिब्बे, प्लास्टिक के पैकेट और नैपकिन जैसी बड़ी वस्तुएँ अलग हो जाती हैं।

- फिर जल को रेत और कंकड़ हटाने वाले टैंक में प्रवाहित किया जाता है। अपशिष्ट जल की गति कम कर दी जाती है ताकि रेत, कंकड़ और मृदा नीचे बैठ सकें।
- इसके बाद जल को एक बड़े टैंक में एकत्र किया जाता है, जिसका ढलान मध्य होता है। मल जैसे ठोस पदार्थ नीचे बैठ जाते हैं और उन्हें खुरचनी से निकाला जाता है। इसे ही कीचड़ कहते हैं।
- स्क्रिमर तेल और ग्रीस जैसे तैरने वाले ठोस पदार्थों को हटाता है। साफ किए गए जल को **स्वच्छीकृत जल** कहा जाता है। वायवीय जीवाणु/एरोबिक बैक्टीरिया की वृद्धि के लिए वायु को स्वच्छीकृत जल में प्रविष्ट किया जाता है। स्वच्छीकृत जल में बचे मानव अपशिष्ट, खाद्य अपशिष्ट, साबुन और अन्य अवांछित पदार्थों का बैक्टीरिया द्वारा भक्षण कर लिया जाता है।
- कई घंटों के बाद, निलंबित सूक्ष्मजीव सक्रिय/एक्टिवेटेड स्लज (Activated Sludge) के रूप में टैंक के तल पर बैठ जाते हैं। फिर जल को ऊपर से निकाल दिया जाता है।
- एक्टिवेटेड स्लज में लगभग 97% जल होता है। जल को सेंड ड्राइंग बेड्स या मशीनों द्वारा हटा दिया जाता है। सुखी गाद का उपयोग खाद के रूप में किया जाता है, जिससे मृदा में पुनः कार्बनिक पदार्थ और पोषक तत्व मिल जाते हैं।
- उपचारित जल में कार्बनिक पदार्थ और निलंबित पदार्थ का स्तर बहुत कम होता है। इसे समुद्र, नदी या जमीन में प्रवाहित कर दिया जाता है।
- अपशिष्ट जल उपचार के उप-उत्पाद चिपचिपा पदार्थ/कीचड़/गाद (Sludge) और बायोगैस हैं।

स्वच्छता और रोग

- स्वच्छता की कमी और दूषित पेयजल अनेक बीमारियों का कारण है।
- डब्ल्यूएचओ-यूनिसेफ के आँकड़ों के अनुसार, भारत की ग्रामीण आबादी का कम-से-कम छठा हिस्सा अभी भी खुले में शौच करता है और एक चौथाई के पास बुनियादी स्वच्छता तक पहुँच प्राप्त नहीं है।
- खुले में शौच एक महत्वपूर्ण मुद्दा है क्योंकि अनुपचारित मानव मल स्वास्थ्य के लिए खतरा है। इससे जल और मृदा प्रदूषण हो सकता है। सतही जल और भूजल दोनों प्रदूषित हो जाते हैं।
- यह जल जनित बीमारियों का सर्वाधिक सामान्य कारण बन गया है। इनमें हैजा, टाइफाइड, पोलियो, मेनिन्जाइटिस, हेपेटाइटिस और पेचिश शामिल हैं।

सीवेज निपटान के लिए वैकल्पिक व्यवस्था

- अपशिष्ट उत्पादन मानव गतिविधि का एक स्वाभाविक हिस्सा है। लेकिन हम उत्पादित अपशिष्ट के प्रकार और मात्रा को सीमित कर सकते हैं।
- स्वच्छता में सुधार के लिए, कम लागत वाली ऑनसाइट सीवेज निपटान प्रणालियाँ (Onsite Sewage Disposal Systems), जैसे सेप्टिक टैंक, रासायनिक शौचालय, कम्पोस्ट पिट का उपयोग किया जा सकता है। सेप्टिक टैंक उन जगहों के लिए उपयुक्त हैं जहाँ सीवेज प्रणाली नहीं है।
- कुछ संगठन अपशिष्ट स्थल पर ही मानव अपशिष्ट निपटान की स्वच्छ तकनीक प्रदान करते हैं। इन शौचालयों में मल-मूत्र को साफ करने की आवश्यकता नहीं होती। शौचालयों से निकलने वाला मल-मूत्र ढकी हुई नालियों के माध्यम से बायोगैस संयंत्र में प्रवाहित होता है। उत्पादित बायोगैस का उपयोग ऊर्जा के स्रोत के रूप में किया जाता है।

सार्वजनिक स्थानों पर स्वच्छता

- सार्वजनिक स्थानों पर प्रतिदिन हजारों लोग आते हैं तथा वहाँ बड़ी मात्रा में अपशिष्ट उत्पन्न होता है।
- इन स्थानों पर साफ-सफाई और स्वच्छता को बनाए रखने की आवश्यकता है। शौचालयों में पर्याप्त संख्या में हाथ धोने की सुविधा और साबुन होना चाहिए।
- व्यवहार परिवर्तन की भूमिका:** अपने पर्यावरण को स्वच्छ और स्वस्थ रखने में हम सभी की भूमिका है। अच्छी स्वच्छता प्रथाओं को अपनाना हमारी जीवनशैली में होना चाहिए।

अपशिष्ट का वर्गीकरण

जैव-निम्नीकरणीय अपशिष्ट

जैव-निम्नीकरणीय अपशिष्ट का अर्थ है कि किसी पदार्थ को जीवाणु और कवक जैसे सूक्ष्मजीवों द्वारा सरल, गैर-विषाक्त पदार्थों में विखंडित किया जा सकता है। इस प्रक्रिया को जैव-निम्नीकरण कहा जाता है। सामान्यतः जैव-निम्नीकरण अपशिष्ट रसोई से निकलने वाले अपशिष्ट (फल/सब्जी के छिलके, बचा हुआ भोजन) और पशु अपशिष्ट, फसल अवशेष तथा बाजार अपशिष्ट से मिलकर बनता है।

गैर-जैव निम्नीकरणीय अपशिष्ट

- गैर-जैव निम्नीकरणीय अपशिष्ट पदार्थ वे होते हैं जिन्हें सूक्ष्मजीवों द्वारा सरल तथा गैर विषैले पदार्थों में विखंडित नहीं किया जा सकता।
- ये पदार्थ निष्क्रिय हो सकते हैं और पर्यावरण में लंबे समय तक बने रह सकते हैं या पारिस्थितिकी तंत्र के विभिन्न सदस्यों को क्षति पहुँचा सकते हैं। उदाहरणों में प्लास्टिक, काँच और धातु शामिल हैं।

स्वच्छ भारत मिशन

- यह खुले में शौच करने की प्रथा को समाप्त करने और ठोस अपशिष्ट प्रबंधन में सुधार के लिए वर्ष 2014 में भारत सरकार द्वारा शुरू किया गया एक देशव्यापी अभियान है।
- यह वर्ष 2009 में शुरू किए गए निर्मल भारत अभियान का पुनर्गठित संस्करण है।
- स्वच्छ भारत मिशन का प्रथम चरण अक्टूबर 2019 तक चला।
- द्वितीय चरण को वर्ष 2020-21 और वर्ष 2024-25 के बीच लागू किया जा रहा है।
- इस मिशन का उद्देश्य भारत को खुले में शौच मुक्त बनाना तथा स्वच्छता व्यवहार को बढ़ावा देना है।

- परिवर्तन के एक एजेंट के रूप में आपकी व्यक्तिगत पहल बहुत बड़ा परिवर्तन ला सकती है। अपनी ऊर्जा, विचारों और सकारात्मक दृष्टिकोण से दूसरों को प्रभावित करें। अगर लोग एक साथ मिलकर काम करें तो बहुत कुछ किया जा सकता है। सामूहिक कार्रवाई में बहुत शक्ति होती है।
- कूड़ेदान की संख्या पर्याप्त होने चाहिए।
- सार्वजनिक स्थानों पर पोस्टर, होर्डिंग्स और अन्य प्रकार के विज्ञापनों में स्वास्थ्य और स्वच्छता को आकर्षक और सरल तरीके से बढ़ावा दिया जाना चाहिए।

ओजोन परत का हास

- ओजोन (O_3) अणु ऑक्सीजन के तीन परमाणुओं से बनते हैं। जहाँ ऑक्सीजन सभी प्रकार के वायविक जीवों के लिए आवश्यक है, वहीं ओजोन एक घातक विष है। परंतु वायुमंडल के ऊपरी स्तर में ओजोन एक आवश्यक प्रकार्य संपादित करती है। यह सूर्य से आने वाले पराबैंगनी विकिरण से पृथ्वी को सुरक्षा प्रदान करती है। यह पराबैंगनी विकिरण जीवों के लिए अत्यंत हानिकारक है। उदाहरणतः यह पराबैंगनी विकिरण मानव में त्वचा का कैंसर उत्पन्न करती है।
- 1980 के दशक में वायुमंडल में ओजोन की मात्रा में तेजी से गिरावट शुरू हुई। यह गिरावट क्लोरोफ्लोरोकार्बन (CFC) जैसे संश्लेषित रसायनों से संबंधित है, जिनका उपयोग शीतलक और अग्निशामक यंत्रों में किया जाता है।
- मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल:** वर्ष 1987 में, संयुक्त राष्ट्र पर्यावरण कार्यक्रम ((UNEP) CFC के उत्पादन को 1986 के स्तर पर स्थिर करने के लिए एक समझौता करने में सफल रहा। अब दुनिया भर में सभी विनिर्माण कंपनियों के लिए CFC का प्रयोग किए बिना रेफ्रिजरेटर बनाना अनिवार्य है। इसे मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के नाम से भी जाना जाता है।
- भारत ने हाइड्रोक्लोरोफ्लोरोकार्बन (HCFC)-141 b को पूरी तरह समाप्त करने में सफलता प्राप्त कर ली है, जो फोम विनिर्माण उद्यमों द्वारा उपयोग किया जाने वाला एक रसायन है और क्लोरोफ्लोरोकार्बन (CFC) के बाद सबसे शक्तिशाली ओजोन क्षयकारी रसायनों में से एक है।
 - (HCFC)-141 b का उपयोग मुख्य रूप से कठोर पॉलीयूथेन (PU) फोम के उत्पादन में ब्लोइंग एजेंट के रूप में किया जाता है।
- भारत सरकार ने हाइड्रोक्लोरोकार्बन के उपयोग को चरणबद्ध तरीके से कम करने के लिए ओजोन परत को नष्ट करने वाले पदार्थों पर मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल में किगाली संशोधन के अनुसमर्थन को मंजूरी दे दी है।

निष्कर्ष

प्रत्येक जीवित प्राणी, चाहे वह पादप, जंतु, सूक्ष्मजीव, मनुष्य या प्राकृतिक वातावरण हों, ये सभी प्रकृति में संतुलन बनाए रखने के लिए परस्पर क्रिया करते हैं। स्वस्थ वातावरण, उचित स्वच्छता, प्रदूषण रहित वायु, वन और सतत प्रगति जैसे कारक आपस में जुड़े हुए हैं। सतत विकास प्राप्त करने के लिए पर्यावरण और उसके संसाधनों की सुरक्षा करना अनिवार्य है। पर्यावरण की सुरक्षा और जीवन की मूलभूत आवश्यकताओं तक सार्वभौमिक पहुँच सुनिश्चित करने में सतत विकास महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

महत्वपूर्ण शब्दावलि

- मृतोपजीवी:** कोई भी जीव जो अन्य मृत, सड़े हुए या नष्ट हो चुके कार्बनिक पदार्थों पर निर्भर करता है या उनका उपभोग करता है।
- अवायवीय जीवाणु:** अवायवीय शब्द का अर्थ है “बिना ऑक्सीजन के”। अवायवीय जीवाणु ऐसे जीवाणु होते हैं जो ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में जीवित रह सकते हैं और वृद्धि कर सकते हैं।
- वायवीय जीवाणु:** ये वे जीवाणु हैं जो ऑक्सीजन की उपस्थिति में वृद्धि कर सकते हैं।
- वर्मीकंपोस्टिंग:** केंचुओं का उपयोग करके जैव निम्नीकरणीय अपशिष्ट को खाद में परिवर्तित करने की प्रक्रिया।
- जैव आवर्द्धन:** यह एक ऐसी घटना है जिसमें ऐसे रसायन जो निम्नीकरणीय नहीं होते, खाद्य श्रृंखला में प्रत्येक पोषण स्तर पर क्रमिक रूप से संचित होते जाते हैं। चूंकि मनुष्य किसी भी खाद्य श्रृंखला में शीर्ष स्तर पर होता है, इसलिए इन रसायनों की अधिकतम सांद्रता हमारे शरीर में या संबंधित खाद्य श्रृंखला में शीर्ष स्तर पर स्थित उपभोक्ताओं में एकत्रित हो जाती है।
- जैव संचयन:** यह किसी जीव में रसायनों के संचयन की एक प्रक्रिया है जो तब होती है जब ग्रहण करने की दर उत्सर्जन दर से अधिक होती है।
- स्वच्छता:** इसका अर्थ शौचालयों से कहीं अधिक है। व्यवहार, सुविधाएँ और सेवाएँ मिलकर स्वच्छ वातावरण का निर्माण करती हैं जो रोगों से लड़ने और स्वस्थ रहने के लिए आवश्यक है।
- मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल में किगाली संशोधन:** इसे वर्ष 2016 में अपनाया गया था, जिसका उद्देश्य हाइड्रोफ्लोरोकार्बन (HFC) को चरणबद्ध तरीके से कम करना है, जो शक्तिशाली ग्रीनहाउस गैसों हैं तथा वैश्विक तापन (ग्लोबल वार्मिंग) के लिए उत्तरदायी है।



जैव प्रौद्योगिकी तथा उसके अनुप्रयोग

संदर्भ: इस अध्याय में NCERT पाठ्यपुस्तक की कक्षा-XII (जीव विज्ञान) के अध्याय-9 तथा अध्याय-10 का सारांश शामिल है।

परिचय

जैव प्रौद्योगिकी, जीवित जीवों या जीवों से प्राप्त एंजाइमों का उपयोग करके मानव के लिए उपयोगी उत्पादों और प्रक्रियाओं का उत्पादन करने की तकनीकों से संबंधित है। उदाहरण के लिए, दही, ब्रेड या वाइन बनाने से लेकर वर्तमान सीमित अर्थों में, **आनुवंशिक रूप से संशोधित जीव ((GMOs) और पात्रे निषेचन (इन विट्रो) फर्टिलाइजेशन (IVF)** सभी जैव प्रौद्योगिकी का हिस्सा हैं। **यूरोपीय जैव प्रौद्योगिकी संघ (EFB)** के अनुसार, जैव प्रौद्योगिकी 'तथा सेवाओं के लिए प्राकृतिक विज्ञान और जीवों, कोशिकाओं, उनके भागों और आणविक अनुरूपों का एकीकरण है'।

जैव प्रौद्योगिकी और इसके विभिन्न पहलू

जैव प्रौद्योगिकी अध्ययन की वह शाखा है जो जीव विज्ञान और प्रौद्योगिकी को एकीकृत कर ऐसे उत्पादों तथा प्रणालियों को विकसित करती है जो हमारे जीवन को बेहतर बना सकें और समग्र रूप से हमारे ग्रह के लिए लाभदायक हो। जैव प्रौद्योगिकी का सर्वाधिक महत्वपूर्ण योगदान **आनुवंशिक इंजीनियरिंग** के माध्यम से चिकित्सकीय प्रोटीन और अन्य दवाओं का उत्पादन करना है।

जैव प्रौद्योगिकी के सिद्धांत

दो प्रमुख तकनीकें हैं जिनके कारण आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी की उत्पत्ति हुई:

- **आनुवंशिक अभियांत्रिकी:** इन तकनीकों का उपयोग **आनुवंशिक सामग्री (DNA और RNA)** की रासायनिक संरचना को परिवर्तित करने, परपोषी जीव/होस्ट ऑर्गनिज्म (Host Organisms) में प्रविष्ट करवाकर जीव के समलक्षणी / फीनोटाइप (Phenotype) में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है।
- **जैव प्रक्रम अभियांत्रिकी:** इस तकनीक का उपयोग रासायनिक इंजीनियरिंग प्रक्रियाओं में रोगाणुरहित (सूक्ष्मजीव संदूषण-मुक्त) वातावरण निर्मित करने के लिए किया जाता है, ताकि प्रतिजैविकों (एंटीबायोटिक), टीके, एंजाइम आदि जैसे जैव प्रौद्योगिकीय उत्पादों के निर्माण के लिए बड़ी मात्रा में केवल वांछित सूक्ष्म जीव यूकैरियोटिक कोशिका की वृद्धि हो सके।

अलैंगिक प्रजनन की तुलना में लैंगिक प्रजनन के लाभ:

- लैंगिक प्रजनन आनुवंशिक संरचना के विशेष संयोजनों के निर्माण और विविधता के अवसर प्रदान करता है, जिनमें से कुछ जीव के साथ-साथ आबादी के लिए भी लाभदायक हो सकते हैं।
- अलैंगिक प्रजनन आनुवंशिक जानकारी को संरक्षित करता है, जबकि लैंगिक प्रजनन से विविधता को प्राप्त किया जा सकता है।
- पौधों और पशुओं के प्रजनन में प्रयुक्त पारंपरिक संकरण प्रक्रियाएँ (Traditional Hybridisation Procedures), अक्सर वांछित जीन के साथ-साथ अवांछनीय जीनों के समावेशन और गुणन को उत्पन्न करती हैं।

आनुवंशिक इंजीनियरिंग के सिद्धांतों का विकास

- आनुवंशिक इंजीनियरिंग की तकनीकों में पुनर्योज DNA/रेकॉम्बिनेंट DNA (Recombinant DNA) का निर्माण, जीन क्लोनिंग और जीन स्थानांतरण का उपयोग, पारंपरिक संकरण में उल्लिखित सीमाओं को नियंत्रित करने तथा लक्षित जीव में अवांछनीय जीन को प्रविष्ट किए बिना केवल एक या वांछनीय जीन के एक सेट को अलग कर पुनः स्थापित करता है।

किसी बाह्य जीव में स्थानांतरित होने पर DNA में परिवर्तन

- जब DNA के एक खंड/टुकड़े को किसी बाह्य जीव में स्थानांतरित किया जाता है, तो DNA का वह टुकड़ा या भाग उस जीव की संतति कोशिकाओं में स्वयं को गुणित करने में सक्षम नहीं होगा।
- लेकिन, जब यह प्राप्तकर्ता के जीनोम में एकीकृत हो जाता है, तो यह होस्ट DNA के साथ गुणित हो सकता है और वंशानुक्रम में मिश्रित हो सकता है।
- ऐसा इसलिए है क्योंकि DNA का वह बाह्य टुकड़ा उस गुणसूत्र में शामिल हो जाता है, जिसमें प्रतिकृति बनाने की क्षमता है।
- गुणसूत्र में एक DNA का एक विशिष्ट अनुक्रम होता है जिसे प्रतिकृति का उद्गम कहा जाता है, जो प्रतिकृति आरंभ करने के लिए जिम्मेदार होता है।
- इसलिए, किसी जीव में DNA के किसी भी बाह्य टुकड़े के गुणन के लिए उसे गुणसूत्र से संलग्न होना चाहिए, जिसमें एक विशिष्ट अनुक्रम हो, जिसे 'प्रतिकृति का मूल' (Origin Of Replication) के रूप में जाना जाता है।
- इस प्रकार, एक बाह्य DNA को प्रतिकृतियन के उद्गम के साथ जोड़ा जाता है, ताकि DNA का यह बाह्य टुकड़ा परपोषी जीव में प्रतिकृति बना सके और स्वयं गुणित हो सके। इसे **क्लोनिंग** या किसी टेम्पलेट DNA की एकाधिक समान प्रतियों का निर्माण करना भी कहा जा सकता है।

प्रथम पुनर्योगज DNA

- यह प्रतिजैविक प्रतिरोध को कूटलेखित करने वाले जीन को **साल्मोनेला टाइफीम्यूरियम** के मूल प्लाज्मिड (स्वायत्त रूप से प्रतिकृति बनाने वाला वृत्ताकार अतिरिक्त गुणसूत्रीय DNA) से जोड़ने की संभावना से उभरा है।
 - वर्ष 1972 में स्टेनली कोहेन और हर्बर्ट बोयर ने प्लाज्मिड से DNA का एक टुकड़ा लिया जिसे प्रतिजैविक प्रतिरोध जीन को अलग करके प्राप्त किया गया, जो प्रतिजैविक प्रतिरोध प्रदान करने के लिए उत्तरदायी था।
- तथाकथित '**आणविक कैंची**' प्रतिबंधन एंजाइम की खोज के साथ DNA को विशिष्ट स्थानों पर काटना संभव हो पाया तथा DNA के कटे हुए टुकड़े को प्लाज्मिड DNA से जोड़ा गया। ये प्लाज्मिड DNA इससे जुड़े DNA के टुकड़े को स्थानांतरित करने के लिए संवाहक (वेक्टर) के रूप में कार्य करते हैं।
- एंजाइम DNA लाइगेज के साथ, जो कटे हुए DNA अणुओं पर कार्य करता है और उनके सिरो को जोड़ता है, के द्वारा प्रतिजैविक-प्रतिरोधी जीन को प्लाज्मिड संवाहक के साथ जोड़ना संभव हुआ। इससे इन-विट्रो निर्मित वृत्ताकार स्वायत्त प्रतिकृतियन DNA का एक नया संयोजन निर्मित होता है, जिसे **पुनर्योगज DNA (Recombinant DNA)** के रूप में जाना जाता है।
- जब इस DNA को एशरीकिया कोलाई (साल्मोनेला से संबंधित एक जीवाणु) में स्थानांतरित किया जाता है, तो यह नए परपोषी के DNA पॉलीमरेज एंजाइम का उपयोग करके प्रतिकृति निर्मित कर सकता है।
- ई. कोलाई में प्रतिजैविक प्रतिरोध जीन की प्रतियों को गुणित करने की क्षमता को ई. कोलाई में प्रतोजैविक प्रतिरोध जीन की क्लोनिंग कहा जाता है।
- इसलिए, किसी जीव को आनुवंशिक रूप से संशोधित करने में तीन बुनियादी चरण शामिल हैं:
 - वांछित जीनयुक्त DNA की पहचान करना।
 - चिह्नित डीएनए का परपोषी में स्थानांतरण।
 - स्थानांतरित डीएनए को परपोषी में सुरक्षित रखना तथा उसकी संतति में स्थानांतरित करना।

- **DNA (डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड):** यह एक अणु है जो सभी ज्ञात जीवित जीवों की वृद्धि, विकास, कार्यप्रणाली और प्रजनन के लिए आवश्यक आनुवंशिक निर्देशों को वहन करता है। यह एक लंबी, द्विकुंडलित हेलिकल संरचना (Double-Stranded Helical Structure) है जो दोहरी न्यूक्लियोटाइड नामक इकाइयों से बनी होती है।
- **जीनोम:** जीनोम किसी जीव की सम्पूर्ण आनुवंशिक जानकारी को दर्शाता है जो उसके DNA में कूटबद्ध होती है तथा उसके गुणसूत्र में व्यवस्थित होती है। जीनोम में जीन और DNA के नॉन कोडिंग सीक्वेंस/अनुक्रम दोनों शामिल होते हैं।
- **गुणसूत्र:** गुणसूत्र एक धागे जैसी संरचना है जो पादपों, पशुओं और मानव कोशिकाओं के केंद्रक में स्थित होती है। प्रत्येक गुणसूत्र DNA और हिस्टोन प्रोटीन के एक अणु से मिलकर बना होता है।

क्या आप जानते हैं?

- पहला प्रतिबंधन एंडोन्यूक्लिएज-हिंड II, जिसका कार्य एक विशिष्ट DNA न्यूक्लियोटाइड अनुक्रम पर निर्भर था, वर्ष 1968 में पृथक किया गया और उसका लक्षण-निर्धारण किया गया। यह पाया गया कि हिंड II हमेशा छः क्षारीय युग्मों के विशिष्ट अनुक्रम को पहचानकर DNA के अणुओं को एक विशेष बिंदु पर काटता है। हिंड II के लिए इस विशिष्ट क्षार अनुक्रम को पहचान (रिकग्निशन)/अनुक्रम के रूप में जाना जाता है।
- **एंजाइमों का नामकरण:** नाम का पहला अक्षर वंश से लिया जाता है और दूसरे दो अक्षर प्राकेंद्रकी कोशिका की प्रजाति से जिससे उन्हें अलग किया गया था। उदाहरण के लिए, EcoRI एशरीशिया कोलाई RY से बनता है।

पुनर्संयोजक या पुनर्योगज डीएनए प्रौद्योगिकी के साधन

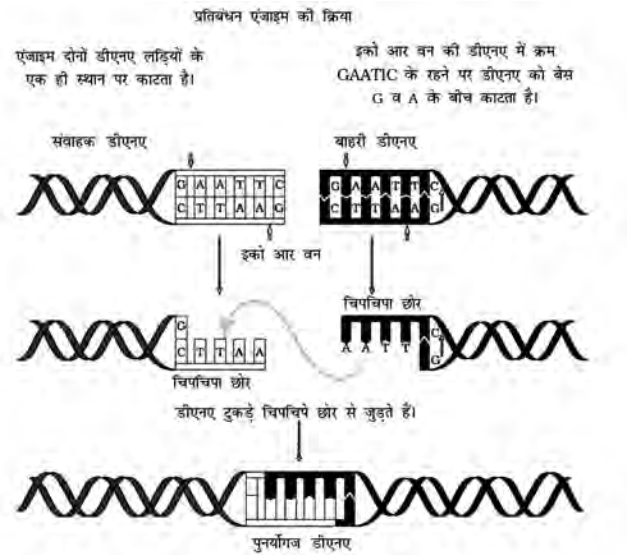
आनुवंशिक इंजीनियरिंग या पुनर्योगज DNA प्रौद्योगिकी केवल तभी सफल हो सकती है जब हमारे पास प्रमुख उपकरण अर्थात् प्रतिबंधन एंजाइम, पॉलीमरेज एंजाइम, लाइगेज, संवाहक व परपोषी जीव हो।

प्रतिबंधन एंजाइम

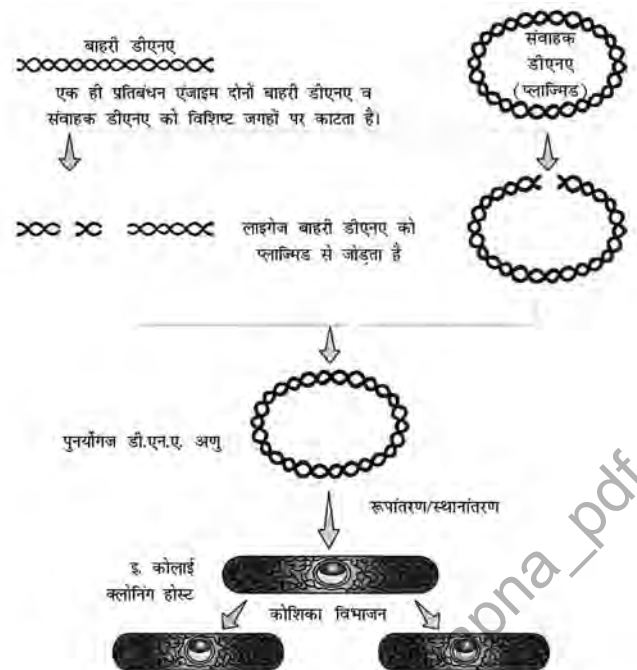
- वर्ष 1963 में, **एस्केरिचिया कोलाई** में जीवाणुभोजी के विकास को प्रतिबंधित करने के लिए उत्तरदायी दो एंजाइमों को अलग किया गया था।
- इनमें से एक में DNA के मिथाइल समूह जोड़ा गया, जबकि दूसरे ने DNA को अलग किया गया। दूसरे वाले एंजाइम को **प्रतिबंधन एंडोन्यूक्लिज** कहा जाता था।
- प्रतिबंधन एंजाइम न्यूक्लिज नामक एंजाइमों के एक बड़े वर्ग से संबंधित हैं। ये दो प्रकार के होते हैं- **एक्सोन्यूक्लिज और एंडोन्यूक्लिज**।
- एक्सोन्यूक्लिज DNA के सिरे से न्यूक्लियोटाइड को अलग करते हैं जबकि एंडोन्यूक्लिज DNA के अंदर विशिष्ट स्थानों पर काटते हैं।
- प्रत्येक प्रतिबंध एंडोन्यूक्लिज DNA अनुक्रम की लंबाई का 'निरीक्षण' करके कार्य करता है। एक बार जब यह अपना विशिष्ट पहचान अनुक्रम को ज्ञात कर लेता है, तो यह DNA से संलग्न होकर और डबल हेलिक्स के दो स्ट्रैंड में से प्रत्येक को उनके स्टार्च-फॉस्फेट आधार में विशिष्ट बिंदुओं पर काटता है (चित्र 18.1 देखें)।
- प्रतिबंधन एंजाइम DNA स्ट्रैंड (डीएनए लड़ी) पैलिंड्रोम साइट्स के केंद्र से थोड़ा दूर से काटते हैं लेकिन विपरीत स्ट्रैंड पर उन्हीं दो बेस (क्षारक) के मध्य में काटते हैं। इससे शीर्ष पर सिंगल-स्ट्रैंडेड हिस्से शेष बचते हैं। प्रत्येक स्ट्रैंड पर स्टिकी एंड (Sticky Ends) युक्त भाग निकलते होते हैं। इन्हें इसलिए यह नाम दिया गया है क्योंकि ये अपने पूरक कटे हुए समकक्षों के साथ हाइड्रोजन बॉन्ड का निर्माण करते हैं। स्टिकी या चिपचिपे शीर्ष एंजाइम DNA लाइगेज की क्रिया को सुगम बनाते हैं।
- प्रतिबंधन एंडोन्यूक्लिज का उपयोग आनुवंशिक इंजीनियरिंग में DNA के 'पुनर्योज' अणुओं को बनाने के लिए किया जाता है, जो विभिन्न स्रोतों से प्राप्त DNA से बने होते हैं।
- जब इसे प्रतिबंधन एंजाइम द्वारा काटा जाता है, तो परिणामी DNA के टुकड़ों में एक ही प्रकार के 'चिपचिपे सिरे' शामिल होते हैं और इन्हें DNA लाइगेज का उपयोग करके एक साथ (सिरों से सिरे तक) जोड़ा जा सकता है।

DNA खंडों का पृथक्करण और विलगन

- प्रतिबंधन एंडोन्यूक्लिज द्वारा DNA को काटने से DNA के टुकड़े निर्मित होते हैं। इन टुकड़ों को जेल इलेक्ट्रोफोरेसिस नामक तकनीक द्वारा पृथक् किया जा सकता है।
- चूँकि DNA के ये खंड ऋणात्मक आवेशित अणु होते हैं, इसलिए उन्हें एक माध्यम/आधारी के माध्यम से विद्युत क्षेत्र के अंतर्गत एनोड की ओर गति करने के लिए बाध्य करके अलग किया जा सकता है। वर्तमान में सर्वाधिक उपयोग किया जाने वाला माध्यम **एगारोज** है जो समुद्री घास (sea weeds) से प्राप्त किया गया एक प्राकृतिक बहुलक है।
- एगारोज जेल द्वारा प्रदान की गई सीविंग इफेक्ट (Sieving Effect) के माध्यम से DNA के खंड अपने आकार के अनुसार अलग हो जाते हैं। इसलिए, टुकड़े का आकार जितना छोटा होगा, वह उतनी ही दूर तक जाएगा।



चित्र 18.1 : प्रतिबंधन एंजाइम (EcoRI) की क्रिया द्वारा पुनर्योज DNA के निर्माण के चरण)

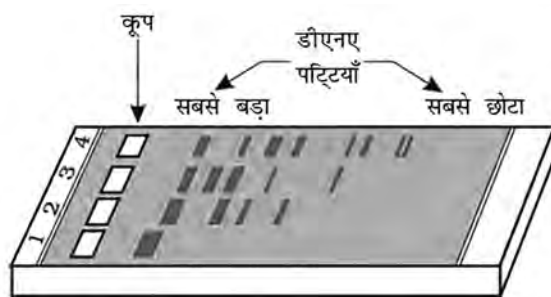


चित्र 18.2 : पुनर्योज DNA तकनीक का आरेखीय चित्रण

- DNA के अलग किए गए बैंड को एगारोज जेल से काटकर जेल के टुकड़े से निकाला जाता है। इस चरण को निक्षालन/एल्यूशन (Elution) के नाम से जाना जाता है। इस तरह से शुद्ध किए गए DNA के खण्डों का उपयोग क्लोनिंग संवाहक के साथ जुड़कर पुनर्योगज DNA के निर्माण में किया जाता है।

क्लोनिंग संवाहक

- प्लाज्मिड और जीवाणुभोजियों में गुणसूत्रीय DNA के नियंत्रण से स्वतंत्र रूप से जीवाणु कोशिकाओं के भीतर प्रतिकृति बनाने की क्षमता होती है। प्रति कोशिका जीवाणुभोजी की संख्या अधिक होने के कारण जीवाणु कोशिकाओं में उनके जीनोम की प्रतिकृतियाँ अत्यधिक होती हैं।
- यदि हम DNA के किसी बाह्य खंड को जीवाणुभोजी या प्लाज्मिड DNA के साथ जोड़ते हैं, तो हम इसकी संख्या को प्लाज्मिड या जीवाणुभोजी की प्रतिलिपि संख्या के बराबर गुणित कर सकते हैं।



चित्र 18.3 : एक प्रारूपी एगारोज जेल इलेक्ट्रोफोरेसिस, जो असार संग्रही व सार DNA खंडों के समूह का स्थानांतरण प्रदर्शित करता है

संवाहक में क्लोनिंग को सुविधाजनक बनाने हेतु आवश्यक तंत्र:

- **प्रतिकृतियन की उत्पत्ति/ओरिजन ऑफ रेप्लिकेशन (ORI):** यह वह अनुक्रम है जहाँ से प्रतिकृतियन प्रारंभ होता है और DNA का कोई भी खंड जब इस अनुक्रम से जुड़ता है तो उसे परपोषी कोशिकाओं के भीतर प्रतिकृत किया जा सकता है। यह अनुक्रम जुड़े हुए DNA की प्रतिकृति संख्या को नियंत्रित करने के लिए भी उत्तरदायी होता है।
- **वरण योग्य चिह्नक (सिलेक्टेबल मार्कर):** 'ORI' के अतिरिक्त, संवाहक के लिए एक वरण योग्य चिह्नक की आवश्यकता होती है, जो गैर-रूपांतरण की पहचान करने और उन्हें समाप्त करने तथा चयनित रूपांतरण के विकास में मदद करता है।
- **क्लोनिंग स्थल:** प्लाज्मिड में चिह्नित किए गए स्थानों को क्लोनिंग स्थलों के रूप में जाना जाता है।
 - बाह्य DNA को जोड़ने के लिए, संवाहक को सामान्यतः प्रयुक्त प्रतिबंधन एंजाइमों के लिए बहुत कम, अधिमानतः एकल रूप से चिह्नित स्थानों की आवश्यकता होती है। संवाहक में एक से अधिक चिह्नित स्थानों की उपस्थिति कई खंडों का निर्माण कर सकती है, जो जीन क्लोनिंग को जटिल बना देगी।
 - दो प्रतिजैविक प्रतिरोध जीनों के केस में, एक प्रतिजैविक प्रतिरोध जीन परिवर्तनकारी का चयन करने में मदद करता है, जबकि दूसरा प्रतिजैविक प्रतिरोध जीन बाह्य DNA के 'निवेशन' से निष्क्रिय हो जाता है, और पुनर्योगजों के चयन में मदद करता है।
 - प्रतिजैविकों के निष्क्रिय होने के कारण पुनर्योगजों का चयन एक बोझिल प्रक्रिया है, क्योंकि इसके लिए अलग-अलग प्रतिजैविकों वाली दो प्लेटों पर एक साथ प्लेटिंग की आवश्यकता होती है।
 - इसलिए, वैकल्पिक वरण योग्य चिह्नक विकसित किए गए हैं जो क्रोमोजेनिक सबस्ट्रेट की उपस्थिति में रंग उत्पन्न करने की उनकी क्षमता के आधार पर पुनर्योगजों को गैर-पुनर्योगजों से भिन्न करते हैं।
 - इसमें एक पुनर्योगज DNA को एंजाइम, β -गैलेक्टोसिडेस के कोडिंग अनुक्रम में प्रविष्ट किया जाता है। इसके परिणामस्वरूप इस एंजाइम के संश्लेषण के लिए जीन निष्क्रिय हो जाता है, जिसे **सम्मिलन निष्क्रियता (Insertional Inactivation)** कहा जाता है।

- **पैलिंड्रोम:** ये अक्षरों के समूह हैं जो आगे और पीछे दोनों तरफ पढ़ने पर एक ही शब्द का निर्माण करते हैं, जैसे, "मलयालम"।
- DNA में पैलिंड्रोम क्षारक युग्मों का एक अनुक्रम है, जो पढ़ने की समान दिशा में दोनों स्ट्रैंड पर एक जैसा पढ़ा जाता है।

अन्य संबंधित तथ्य

रूपांतरण (Transformation) एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके माध्यम से DNA का एक टुकड़ा परपोषी जीवाणु में प्रविष्ट किया जाता है। उदाहरण के लिए, एम्पीसिलीन, क्लोराम्फेनिकॉल, टेट्रासाइक्लिन या कैनामाइसिन आदि को ई. कोलाई के लिए उपयोगी चयन योग्य मार्कर माना जाता है। सामान्य ई. कोलाई कोशिकाएँ इनमें से किसी भी प्रतिजैविक के प्रति प्रतिरोधक नहीं होती हैं।

पादपों और जंतुओं में जीन क्लोनिंग के लिए संवाहक:

- एग्रोबैक्टीरियम ट्यूमीफेसिएंस, कई द्विबीजपत्री पौधों का एक रोगाणु है, जो 'T-DNA' के रूप में जाना जाने वाला DNA का एक खंड प्रविष्ट कराकर सामान्य पौधों की कोशिकाओं को ट्यूमर में परिवर्तित करने में सक्षम है, तथा इन ट्यूमर कोशिकाओं को रोगाणु के लिए आवश्यक रसायनों का उत्पादन करने के लिए निर्देशित करता है।
- इसी प्रकार, जंतुओं में **रेट्रोवायरस** में सामान्य कोशिकाओं को कैंसर कोशिकाओं में परिवर्तित करने की क्षमता होती है। रेट्रोवायरस को भी निष्क्रिय कर दिया गया है और अब उनका उपयोग जंतुओं की कोशिकाओं में वांछित जीन पहुँचाने के लिए किया जाता है। इसलिए, एक बार जब कोई जीन या DNA का खंड किसी उपयुक्त संवाहक में जुड़ जाता है, तो उसे जीवाणु, पादप या जंतु के परपोषी में स्थानांतरित कर दिया जाता है (जहाँ यह गुणित करता है)।

सक्षम परपोषी (पुनर्योगज DNA के साथ रूपांतरण के लिए)

DNA एक जलरागी (हाइड्रोफिलिक) अणु है और कोशिका झिल्ली से होकर नहीं गुजर सकता। जीवाणु को प्लाज्मिड सुग्राही करने के लिए बाध्य करने हेतु, जीवाणु कोशिकाओं को पहले DNA सुग्राही करने के लिए 'सक्षम' बनाया जाना चाहिए।

परपोषी कोशिका में बाह्य DNA को प्रवेश कराने की क्रियाविधि

- कैल्शियम जैसे द्विसंयोजी धनायन की एक विशिष्ट सांद्रता के साथ उनका उपचार करने से उस दक्षता में वृद्धि होती है जिसके साथ DNA जीवाणु की कोशिका भित्ति में छिद्रों के माध्यम से प्रवेश करता है।
- पुनर्योगज DNA को ऐसी कोशिकाओं में बलपूर्वक प्रवेश कराया जाता है, इसके लिए पुनर्योगज DNA वाली कोशिकाओं को बर्फ पर रखा जाता है, फिर उन्हें कुछ समय के लिए 42 डिग्री सेल्सियस (ताप प्रघात) पर रखा जाता है तथा पुनः बर्फ में रखा जाता है। इससे जीवाणु पुनर्योगज DNA के प्रति सुग्राही होते हैं।
- सूक्ष्म अंतःक्षेपण (माइक्रो-इंजेक्शन) में, पुनर्योगज DNA को सीधे एक जंतु कोशिका के केंद्रक में प्रविष्ट किया जाता है।
- पादपों के लिए उपयुक्त एक अन्य विधि में, कोशिकाओं पर DNA से लेपित सोने या टंगस्टन के उच्च-वेग वाले सूक्ष्म कणों की बमबारी की जाती है, जिसे बायोलिस्टिक्स या जीन गन के नाम से जाना जाता है।
- अंतिम विधि में गैर-हानिकारक रोगजनक संवाहक का उपयोग किया जाता है, जब इनके द्वारा कोशिका को संक्रमित किया जाता है तो, पुनर्योगज DNA को परपोषी में स्थानांतरित कर दिया जाता है।

पुनर्योगज DNA प्रौद्योगिकी के प्रक्रम

पुनर्योगज DNA प्रौद्योगिकी को सुविधाजनक बनाने वाली निम्नलिखित प्रक्रियाएँ हैं:

आनुवंशिक पदार्थ (DNA) का पृथक्करण

- अधिकांश जीवों में डीऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड या DNA आनुवंशिक पदार्थ है। प्रतिबंधन एंजाइमों द्वारा DNA को काटने के लिए, इसका शुद्ध रूप में होना तथा अन्य वृहद् अणुओं से मुक्त होना आवश्यक है।
- DNA के साथ-साथ अन्य वृहद् अणुओं जैसे RNA, प्रोटीन, पॉलीसैकेराइड और लिपिड को मुक्त करने के लिए, जीवाणु कोशिकाओं/पादप या जंतु ऊतकों को लाइसोजाइम (जीवाणु), सेलुलोज (पादप कोशिकाएँ), काइटिनेज (कवक) जैसे एंजाइमों से उपचारित करना आवश्यक है।

जीन DNA के दीर्घ अणुओं पर स्थित होते हैं जो हिस्टोन जैसे प्रोटीनों के साथ जुड़े होते हैं।

- RNA को राइबोन्यूक्लिज द्वारा उपचारित कर पृथक किया जा सकता है, जबकि प्रोटीन को प्रोटीएज से पृथक जा सकता है।
- अन्य अणुओं को उचित प्रकार से पृथक किया जा सकता है और शुद्ध DNA अंततः शीतल इथेनॉल मिलाने के बाद अवक्षेपित हो जाता है। इसे निलंबन में महीन धागों के संग्रह के रूप में देखा जा सकता है।

DNA को विशिष्ट स्थानों पर काटना या पृथक करना

- प्रतिबंधन एंजाइम पाचन, शुद्ध DNA अणुओं को 'प्रतिबंधन एंजाइम' के साथ, उस विशिष्ट एंजाइम के लिए इष्टतम स्थितियों में संवर्धित करके किया जाता है।
- एगारोज जेल विद्युत कण संचलन का उपयोग 'प्रतिबंधन एंजाइम' पाचन की विकास को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है।
- DNA एक ऋणात्मक आवेशित अणु है, इसलिए यह धनात्मक इलेक्ट्रोड (एनोड) की ओर गति करता है। यह प्रक्रिया संवाहक DNA के साथ दोहराई जाती है।

- **DNA का जुड़ना:** स्रोत DNA के साथ-साथ संवाहक DNA को एक विशिष्ट प्रतिबंधन एंजाइम के साथ काटने के बाद, स्रोत DNA से कटे हुए 'अभीष्ट जीन' और रिक्त स्थान वाले कटे हुए संवाहक और लाइगेज को जोड़ा जाता है। इसके परिणामस्वरूप पुनर्योगज DNA का निर्माण होता है।



चित्र 18.4 : पृथक किए गए DNA को स्पूलिंग द्वारा अलग करना

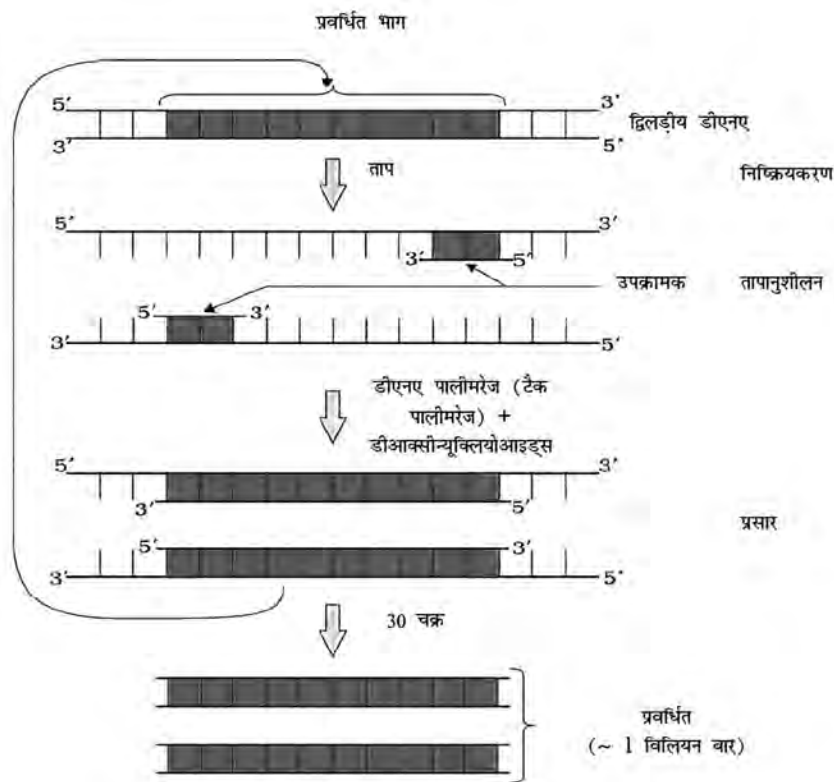
विचारणीय बिंदु

हाल ही में एक चीनी वैज्ञानिक ने जीन एडिटिंग टूल **CRISPR-Cas9** का उपयोग करके उन जुड़वाँ बच्चों के भ्रूण से HIV को खत्म किया, जिनकी माँ HIV से संक्रमित थी। इस बात पर विचार कीजिये कि CRISPR- Cas9 उपकरण पिछले आनुवंशिक संपादन उपकरणों की तुलना में कितना महत्वपूर्ण है तथा मानव भ्रूण के संपादन में किस प्रकार के नैतिक मुद्दे शामिल हैं?



अभीष्ट (लाभकारी) जीन के प्रवर्द्धन के लिए पॉलीमेरेज शृंखला अभिक्रिया

- **पॉलीमेरेज शृंखला अभिक्रिया:** यह एक ऐसी अभिक्रिया को संदर्भित करता है जिसमें अभीष्ट जीन (या DNA) की कई प्रतियों को प्राइमरों (छोटे रासायनिक रूप से संश्लेषित ऑलिगोन्यूक्लियोटाइड्स जो DNA के क्षेत्रों के पूरक होते हैं) के दो सेटों और एंजाइम DNA पॉलीमेरेज का उपयोग पात्रे निषेचन विधि में संश्लेषित किया जाता है। एंजाइम अभिक्रिया में उपलब्ध न्यूक्लियोटाइड्स और टेम्पलेट के रूप में जीनोमिक DNA का उपयोग करके प्राइमरों का विस्तार करता है।
- यदि DNA की प्रतिकृति की प्रक्रिया को कई बार दोहराया जाए, तो DNA के खंड को लगभग एक अरब गुना तक बढ़ाया जा सकता है, यानी 1 अरब प्रतियाँ बनाई जाती हैं। इस प्रकार का बार-बार प्रवर्द्धन ताप स्थायी DNA पॉलीमेरेज (जीवाणु, थर्मस एक्वाटिकस से पृथक) के उपयोग से प्राप्त किया जाता है, जो द्विकुंडलित DNA के उच्च तापमान-प्रेरित विकृतीकरण के समय सक्रिय रहता है। यदि वांछित हो तो प्रवर्द्धित खंड का उपयोग अब आगे क्लोनिंग के लिए संवाहक के साथ संयोजन के लिए किया जा सकता है।



चित्र 18.5 : पॉलीमेरेज शृंखला अभिक्रिया - प्रत्येक चक्र में तीन चरण हैं :

(अ) निष्क्रियकरण (ब) उपक्रामक तापानुशीलन व (स) उपक्रामकों का विस्तार

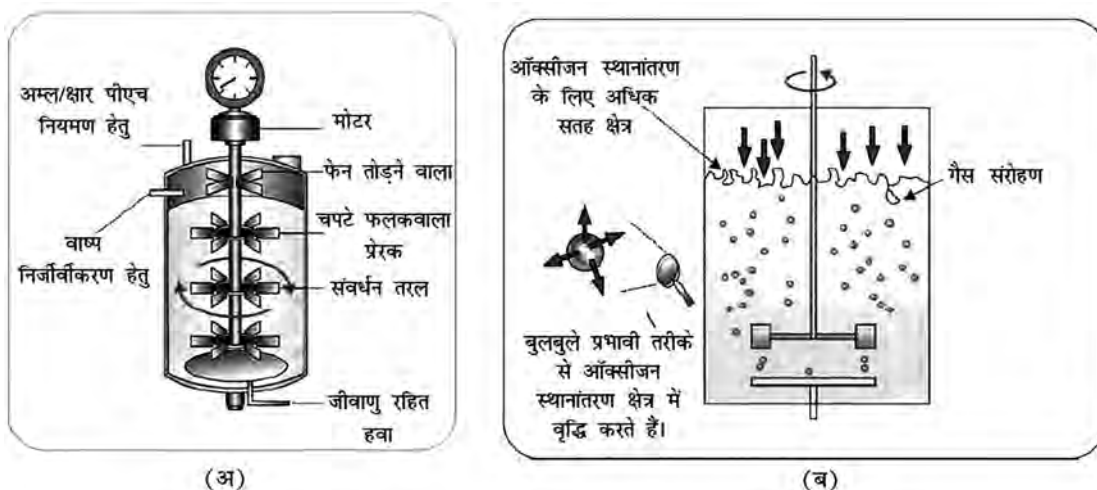
पुनर्योगज DNA का परपोषी कोशिका/जीव में निवेशन या प्रवेश

प्राप्तकर्ता या अदाता कोशिकाओं (Recipient Cells) में बंधे हुए (लिगेटेड) DNA को प्रविष्ट कराने की कई विधियाँ हैं।

- अदाता कोशिकाएँ, स्वयं को ग्रहण करने में सक्षम बनाने के बाद, अपने आस-पास मौजूद DNA को ग्रहण करती हैं इसलिए, यदि किसी प्रतिजैविक (जैसे, एम्पीसिलीन) के प्रति प्रतिरोध के लिए पुनर्योगज DNA-युक्त जीन को ई. कोलाई कोशिकाओं में स्थानांतरित किया जाता है, तो परपोषी कोशिकाएँ **एम्पीसिलीन-प्रतिरोधी कोशिकाओं** में परिवर्तित हो जाती हैं।
- यदि हम रूपांतरित कोशिकाओं को एम्पीसिलीन युक्त एगार प्लेटों पर फैला दें, तो केवल रूपांतरित कोशिकाएँ ही वृद्धि करेंगी, तथा गैर-रूपांतरित अदाता कोशिकाएँ नष्ट हो जाएंगी।
- चूँकि, एम्पीसिलीन प्रतिरोध जीन के कारण, एम्पीसिलीन की उपस्थिति में एक रूपांतरित कोशिका का चयन करने में सक्षम होता है। इस मामले में एम्पीसिलीन प्रतिरोध जीन को **सिलेक्टेबल मार्कर या वरण योग्य चिह्नक** कहा जाता है।

बाह्य जीन उत्पाद प्राप्त करना

- जब आप क्लोनिंग संवाहक में विजातीय DNA का एक टुकड़ा प्रविष्ट करते हैं और इसे जीवाणु, पादप या जन्तु कोशिका में स्थानांतरित करते हैं, तो बाह्य DNA की संख्या में वृद्धि होती है।
- लगभग सभी पुनर्योजक प्रौद्योगिकियों में, अंतिम लक्ष्य एक वांछनीय प्रोटीन का उत्पादन करना होता है। इसलिए, पुनर्योजक DNA को व्यक्त करने की आवश्यकता होती है। जब एक प्रोटीन-कूटलेखन (एनकोडिंग) जीन एक विषम परपोषी अभिव्यक्त होता है, तो इसे **पुनर्योजक प्रोटीन** कहा जाता है।
- कोशिकाओं को निरंतर संवर्द्धन प्रणाली में भी गुणित किया जा सकता है, जिसमें प्रयोग किये गये माध्यम को निकालकर दूसरी तरफ से ताजा या नवीन माध्यम प्रविष्ट किया जाता है, ताकि कोशिकाओं को उनके शारीरिक रूप से सबसे सक्रिय लॉग/घातीय वृद्धि चरण में बनाए रखा जा सके। इस प्रकार की संवर्द्धन विधि से अधिक मात्रा में बायोमास उत्पन्न होता है, जिससे अधिक मात्रा में वांछित प्रोटीन प्राप्त होता है।
- बड़ी मात्रा में उत्पादन करने के लिए, **जैव-रिएक्टर** के विकास की आवश्यकता होती है, जहाँ बड़ी मात्रा में (100-1000 लीटर) संवर्द्धन को संसाधित किया जा सकता है।
- बायो-रिएक्टर इष्टतम विकास की स्थिति (तापमान, पीएच, संवर्द्धन, लवण, विटामिन, ऑक्सीजन) प्रदान करके वांछित उत्पाद प्राप्त करने के लिए इष्टतम स्थितियाँ प्रदान करता है। एक मिश्रण टैंक रिएक्टर आमतौर पर बेलनाकार होता है या रिएक्टर सामग्री के मिश्रण को सुविधाजनक बनाने के लिए **घुमावदार आधार** वाला होता है। (चित्र 18.6 देखें)।



चित्र 18.6 : (अ) साधारण बिलोडन होज बायोरिएक्टर (ब) दंड विलोडक होज बायोरिएक्टर जिसके द्वारा जीवाणु विहीन वायु के बुलबुलों का प्रवेश

अनुप्रवाह संसाधन

- जैवसंश्लेषण चरण पूर्ण होने के बाद, उत्पाद को तैयार उत्पाद के रूप में विपणन के लिए तैयार होने से पहले कई प्रक्रियाओं से गुजरना पड़ता है। इन प्रक्रियाओं में पृथक्करण व शोधन शामिल हैं, जिन्हें सामूहिक रूप से अनुप्रवाह संसाधन कहा जाता है।
- उत्पाद को उपयुक्त परिरक्षकों के साथ निर्मित किया जाना चाहिए। इस तरह के फॉर्मूलेशन का दवाओं की तरह गहन नैदानिक परीक्षण किया जाता है। प्रत्येक उत्पाद के लिए सख्त गुणवत्ता नियंत्रण परीक्षण भी आवश्यक है। अनुप्रवाह संसाधन और गुणवत्ता नियंत्रण परीक्षण प्रत्येक उत्पाद के लिए भिन्न-भिन्न होते हैं।

जैव प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग

जैव प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों में चिकित्सा विज्ञान, निदान, कृषि के लिए आनुवंशिक रूप से संशोधित फसलें, प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थ, जैव उपचार, अपशिष्ट उपचार और ऊर्जा उत्पादन शामिल हैं। जैव प्रौद्योगिकी के तीन महत्वपूर्ण अनुसंधान क्षेत्र हैं:

- उन्नत जीवों जैसे सूक्ष्मजीवों या शुद्ध एंजाइम के रूप में सर्वोत्तम उत्प्रेरक का निर्माण करना।
- उत्प्रेरक के कार्य हेतु अभियांत्रिकी द्वारा सर्वोत्तम परिस्थितियों का निर्माण करना
- अनुप्रवाह प्रक्रमण तकनीक (डाउनस्ट्रीम प्रसंस्करण प्रौद्योगिकी) का प्रोटीन/कार्बनिक यौगिक के शोधन में उपयोग करना।

कृषि में जैव प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग

- **हरित क्रांति:** हरित क्रांति से खाद्य आपूर्ति तीन गुनी हो गई, लेकिन यह बढ़ती मानव आबादी की खाद्य आपूर्ति के लिए पर्याप्त नहीं थी।
- **ऊतक संवर्द्धन तकनीक:** एक पूरे पौधे को एक्सप्लांट से पुनर्जीवित किया जा सकता है, अर्थात्, पौधे के किसी भी हिस्से से विशेष पोषक माध्यम में जीवाणुरहित परिस्थितियों में टेस्ट ट्यूब में उगाया जा सकता है। किसी भी कोशिका/एक्सप्लांट से पूर्ण पौधे को विकसित करने की इस क्षमता को टोटीपोटेंसी या पूर्णशक्तता कहा जाता है।
 - इन विधियों के प्रयोग से बहुत कम समय में बड़ी संख्या में पौधों का प्रसार संभव है। ऊतक संवर्द्धन के माध्यम से हजारों पौधे तैयार करने की इस विधि को सूक्ष्म प्रवर्द्धन कहा जाता है।
 - इनमें से प्रत्येक पौधा आनुवंशिक रूप से उस मूल पौधे के समान होगा जिससे वह उगाया गया था, अर्थात् वे कुछ क्लोन हैं।
 - रोगग्रस्त पौधों से स्वस्थ पौधों की प्राप्ति भले ही पौधा विषाणु से संक्रमित हो, लेकिन विभज्योतक (शीर्ष और अक्षीय) विषाणु से मुक्त होता है। इसलिए, विषाणु-मुक्त पौधे प्राप्त करने के लिए विभज्योतक को हटाया जा सकता है और इसे पात्रे निषेचन विधि द्वारा उगाया जा सकता है।
- **सोमैटिक हाइब्रिडाइजेशन/कायिक संकरण:** पौधों की एकल कोशिकाएँ, उनकी कोशिका भित्तियों को पचाने के बाद, नमन प्रोटोप्लास्ट (प्लाज्मा झिल्लियों से घिरे) को अलग करने में सक्षम हो जाती हैं। पौधों की दो विभिन्न किस्मों से पृथक प्रोटोप्लास्ट- जिनमें से प्रत्येक का एक वांछनीय गुण होता है को संयोजित करके संकर प्रोटोप्लास्ट प्राप्त किया जा सकता है, जिन्हें आगे विकसित करके एक नया पौधा बनाया जा सकता है। इन संकरों को **कायिक संकर** कहा जाता है जबकि प्रक्रिया को **कायिक संकरण** कहा जाता है। उदाहरण के लिए, जब टमाटर के प्रोटोप्लास्ट को आलू के प्रोटोप्लास्ट के साथ संयोजित किया जाता है, तो टमाटर और आलू की विशेषताओं को मिलाकर नए संकर पौधे का निर्माण होता है।

आनुवंशिक रूप से संशोधित जीव (GMOs)

- पादप, जीवाणु, कवक और जंतु जिनके जीन में परिवर्तन किया गया है, उन्हें आनुवंशिक रूप से संशोधित जीव (GMOs) कहा जाता है।
- **GM पौधों के लाभ:**
 - अजैव प्रतिबलों (ठंड, सूखा, लवण, गर्मी) के प्रति अधिक सहनशील।
 - रासायनिक कीटनाशकों (कीट-प्रतिरोधी फसलों) पर निर्भरता कम होती है।
 - कटाई के बाद होने वाले क्षति को कम करने में मदद मिलती है।
 - पौधों द्वारा खनिज उपयोग की दक्षता में वृद्धि (यह मृदा की उर्वरता को जल्दी समाप्त होने से बचाता है)।
 - भोजन का पोषण मूल्य बढ़ता है, जैसे कि **गोल्डन राइस** (विटामिन 'A' युक्त चावल)।
 - इसका उपयोग उद्योगों को स्टार्च, ईंधन और फार्मास्यूटिकल्स के रूप में वैकल्पिक संसाधनों की आपूर्ति के लिए विशेष पादपों के विकास में भी किया जाता है।

आनुवंशिक रूप से संशोधित जीवों के उदाहरण

- **बीटी विष:** यह **बैसिलस थुरिंजिएंसिस (BT)** नामक जीवाणु द्वारा निर्मित होता है। इसे जीवाणु से क्लोन किया गया है और कीटनाशकों की आवश्यकता के बिना कीटों के प्रति प्रतिरोध प्रदान करने के लिए पौधों में इसका प्रयोग किया गया है; प्रभावी रूप से यह एक जैव-कीटनाशक का निर्माण करता है। उदाहरण- बीटी कपास, बीटी मक्का, चावल, टमाटर, आलू सोयाबीन आदि।
- **बीटी कपास:** बैसिलस थुरिंजिएंसिस के कुछ स्ट्रेन प्रोटीन उत्पन्न करते हैं जो लेपिडोप्टेरॉन (तंबाकू बडवर्म, आर्मीवर्म), कोलियोप्टेरॉन (बीटल) और डिप्टेरॉन (मक्खियाँ, मच्छर) जैसे कीटों को मारकर फसलों की रक्षा करते हैं। बैसिलस थुरिंजिएंसिस से विशिष्ट बीटी विष जीन को अलग कर कपास जैसे कई फसल पौधों में प्रविष्ट किया गया।
- **कीट प्रतिरोधी पौधे:** कई नेमाटोड मनुष्यों सहित कई प्रकार के पौधों और जंतुओं पर परजीवी के रूप में होते हैं। उदाहरण के लिए, नेमाटोड मेलोइडोगाइन इनकॉमिटिया तम्बाकू के पौधों की जड़ों को संक्रमित करता है और उपज में भारी कमी लाता है।

आरएनए इंटरफेरेंस (RNAi)

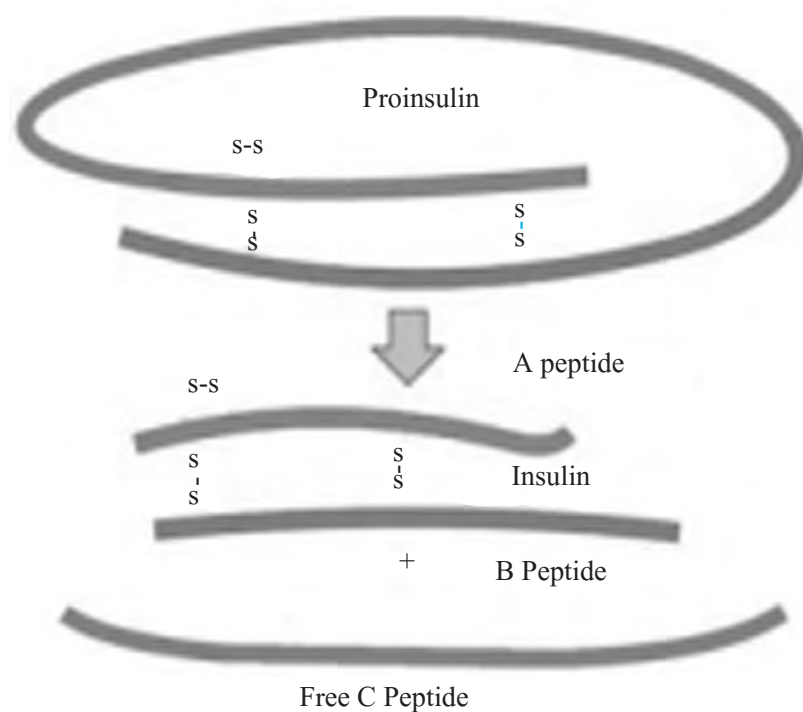
- आरएनए अंतरक्षेप (RNAi) सभी यूकेरियोटिक जीवों में कोशिकीय रक्षा की एक विधि के रूप में होता है। इस विधि में एक पूरक dsRNA अणु के कारण एक विशिष्ट mRNA की साइलेंसिंग (निष्क्रिय) की जाती है, जो mRNA से जुड़ता है और उसके स्थानांतरण को रोकता है।
- इसका उपयोग नेमाटोड के विशिष्ट mRNA को दबाने या शांत करने के लिए किया जाता है। परिणामस्वरूप परजीवी विशिष्ट अंतरक्षेपी RNA को व्यक्त करने वाले ट्रांसजेनिक परपोषी में जीवित नहीं रह सका। इसलिए ट्रांसजेनिक पौधा परजीवी से सुरक्षित रहता है।

चिकित्सा में जैव प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग

पुनर्योगज DNA प्रौद्योगिकी विधियों ने सुरक्षित और अधिक **प्रभावी चिकित्सकीय औषधियों** के बड़े स्तर पर उत्पादन को संभव बनाकर स्वास्थ्य देखभाल के क्षेत्र में व्यापक प्रभाव डाला है, जो अवांछित प्रतिरक्षात्मक प्रतिक्रियाओं को प्रेरित नहीं करती, जैसा कि गैर-मानव स्रोतों से पृथक किए गए समान उत्पादों के मामले में सामान्य है।

अनुवांशिक अभियांत्रिकी द्वारा निर्मित इंसुलिन

- इंसुलिन में दो छोटी पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाएँ होती हैं: श्रृंखला A और श्रृंखला B, जो डाइसल्फाइड बंधों द्वारा एक साथ जुड़ी होती हैं। मनुष्यों सहित स्तनधारियों में, इंसुलिन एक प्रो-हॉर्मोन के रूप में संश्लेषित होता है जिसमें C पेप्टाइड नामक एक अतिरिक्त भाग होता है। यह **C पेप्टाइड** निर्मित इंसुलिन में मौजूद नहीं होता है तथा इंसुलिन निर्माण के समय हटा दिया जाता है।
- वर्ष 1983 में, एली लिली ने मानव इंसुलिन की श्रृंखला A और B के अनुरूप दो DNA अनुक्रम (rDNA तकनीक का उपयोग करके) तैयार किए और इंसुलिन श्रृंखला बनाने के लिए उन्हें ई. कोलाई के प्लाज्मिड में प्रविष्ट कराया।



चित्र 18.7 : प्राक-इंसुलिन का सी-पेप्टाइड के अलग होने के बाद इंसुलिन में परिपक्वताजीन चिकित्सा

- जीन चिकित्सा आनुवंशिक रोग के उपचार का प्रयास है, जिसमें ऐसी विधियों का उपयोग किया जाता है, जिनसे बच्चे/भ्रूण में विद्यमान जीन दोष को ठीक किया जा सके।
- इसमें किसी रोग के इलाज के लिए जीन को व्यक्ति की कोशिकाओं और ऊतकों में प्रविष्ट किया जाता है। आनुवंशिक दोष के सुधार के लिए व्यक्ति या भ्रूण में एक सामान्य जीन प्रविष्ट किया जाता है, जो गैर-कार्यात्मक जीन के कार्य को करता है और उसकी क्षतिपूर्ति करता है।

आणविक निदान

- निदान की पारंपरिक विधियों (सीरम और मूत्र विश्लेषण, आदि) का उपयोग करके प्रारंभिक पहचान संभव नहीं है। पुनर्योगज DNA प्रौद्योगिकी, पॉलीमरेज श्रृंखला अभिक्रिया (PCR) और **एंजाइम सहलग्न प्रतिरक्षा शोषक आमापन (ELISA)** कुछ ऐसी तकनीकें हैं जो शीघ्र निदान करती हैं।

एंजाइम सहलग्न प्रतिरक्षा शोषक आमापन (ELISA-Enzyme Linked Immuno-sorbent Assay)

एलिसा (ELISA) प्रतिजन-प्रतिरक्षी अंतःक्रिया के सिद्धांत पर आधारित है। रोगाणु द्वारा उत्पन्न संक्रमण का पता प्रतिजनों (प्रोटीन, ग्लाइकोप्रोटीन, आदि) की उपस्थिति से या रोगाणु के विरुद्ध संश्लेषित एंटीबॉडी का पता लगाकर किया जा सकता है।

ट्रांसजेनिक जीव या पारजीवी जंतु

जिन जीवों के DNA में परिवर्तन करके उनमें एक अतिरिक्त (बाह्य) जीन को प्रविष्ट किया जाता है, उन्हें **ट्रांसजेनिक जीव** कहा जाता है। उदाहरण के लिए, ट्रांसजेनिक चूहे, खरगोश, सूअर, भेड़, गाय और मछली।

इन संशोधनों के लाभ:

- **शरीर क्रिया विज्ञान और विकास:** ट्रांसजेनिक जीवों को विशेष रूप से इस प्रकार डिजाइन किया जा सकता है कि यह अध्ययन किया जा सके कि जीन किस प्रकार विनियमित होते हैं, तथा वे शरीर के सामान्य कार्यों और उसके विकास को किस प्रकार प्रभावित करते हैं, उदाहरण के लिए, वृद्धि में शामिल जटिल कारकों जैसे इंसुलिन जैसे वृद्धि कारकों का अध्ययन।
- **रोगों का अध्ययन:** कई ट्रांसजेनिक जीवों को इस बात को ज्ञात करने के लिए डिजाइन किया गया है कि जीन का रोगों के विकास में किस प्रकार योगदान है। उदाहरण: कैंसर, सिस्टिक फाइब्रोसिस, रुमेटीइड आर्थराइटिस और अल्जाइमर जैसी मानव बीमारियों का अध्ययन।
- **जैविक उत्पाद:** कुछ मानव रोगों के उपचार के लिए उपयोगी जैविक उत्पाद उत्पन्न करने वाले ट्रांसजेनिक जीवों को DNA (या जीन) के एक भाग के प्रयोग द्वारा निर्मित किया जा सकता है।
- **टीका (वैक्सीन) सुरक्षा:** मनुष्यों पर उपयोग करने से पहले टीकों की सुरक्षा का परीक्षण करने के लिए ट्रांसजेनिक चूहों को विकसित किया जा रहा है।
- **रासायनिक सुरक्षा से संबंधित परीक्षण:** इसे विषाक्तता/सुरक्षा परीक्षण के नाम से जाना जाता है। यह प्रक्रिया वैसी ही है जैसी दवाओं की विषाक्तता के परीक्षण के लिए प्रयोग की जाती है।

विचारणीय बिंदु

एलिसा परीक्षण का उपयोग एचआईवी, कोविड-19, लाइम (LYME) रोग, सिफलिस आदि विभिन्न रोगों की पहचान के लिए किया जाता है। क्या आप सोच सकते हैं कि एलिसा किस सिद्धांत पर आधारित है और यह किस प्रकार कार्य करता है?



जैव प्रौद्योगिकी से संबंधित नैतिक मुद्दे

सभी मानवीय गतिविधियों की नैतिकता का मूल्यांकन करने के लिए कुछ नैतिक मानकों की आवश्यकता होती है जो जीवित जीवों की मदद कर सकते हैं या उन्हें क्षति पहुँचा सकते हैं। भारत सरकार ने **GEAC (जेनेटिक इंजीनियरिंग मूल्यांकन समिति)** जैसे संगठन स्थापित किए हैं, जो GM अनुसंधान की वैधता और सार्वजनिक सेवाओं के लिए GM जीवों को पुरःस्थापित करने की सुरक्षा के बारे में निर्णय लेंगे।

GMO से संबंधित कुछ मुद्दे इस प्रकार हैं:

- **प्रौद्योगिकी और बीजों पर एकाधिकार:** पेटेंट कार्यात्मक समकक्षों तक विस्तारित होते हैं, जिसका अर्थ है कि संशोधित फसलों (पारंपरिक किस्मों में परिवर्तन करने के बाद) और उनके बीज (उदाहरण - बासमती चावल) को बेचने वाले अन्य लोगों को पेटेंट द्वारा प्रतिबंधित किया जा सकता है।
- **बायोपाइरेसी:** यह एक ऐसा शब्द है जिसका उपयोग बहुराष्ट्रीय कंपनियों और अन्य संगठनों द्वारा संबंधित देशों और लोगों से उचित प्राधिकरण के बिना और बिना किसी क्षतिपूर्क भुगतान के जैव-संसाधनों के उपयोग को संदर्भित करने के लिए किया जाता है।

- **GEAC (जेनेटिक इंजीनियरिंग मूल्यांकन समिति)** यह पर्यावरण (संरक्षण) अधिनियम, 1986 के तहत गठित एक वैधानिक निकाय है।
- **नोडल मंत्रालय:** पर्यावरण, वन और जलवायु परिवर्तन मंत्रालय।
- **कार्य:** यह भारत में खतरनाक सूक्ष्मजीवों या आनुवंशिक रूप से संशोधित जीवों और कोशिकाओं के उपयोग, निर्माण, भंडारण, आयात और निर्यात को नियंत्रित करता है।

निष्कर्ष

इस अध्याय में आपको जैव प्रौद्योगिकी और इसके महत्व तथा अनुप्रयोगों के बारे में बुनियादी जानकारी दी प्रदान की गई है। जैव प्रौद्योगिकी द्वारा सूक्ष्म जीवों, पादपों, जंतुओं और उनकी चयापचय मशीनरी का उपयोग करके मनुष्यों के लिए कई उपयोगी उत्पाद विकसित किए गए हैं। ऊतक संवर्द्धन और कायिक संकरण की तकनीकें पौधों की नई किस्मों को संशोधित करने की अपार संभावनाएँ प्रदान करती हैं जो रोगों और अन्य अनियमितताओं के प्रति प्रतिरोधी हैं। जबकि जीन थेरेपी का उपयोग रोगों, विशेष रूप से वंशानुगत रोगों के इलाज के लिए किया जाता है। इस तरह, जैव प्रौद्योगिकी मनुष्यों की महत्वपूर्ण रूप से मदद कर रही है, हालाँकि, इससे जुड़े कुछ नैतिक मुद्दों या चिंताओं पर भी ध्यान देने की आवश्यकता है।

महत्त्वपूर्ण शब्दावलियाँ

- ❖ **जैव प्रौद्योगिकी:** यह जीवित जीवों, कोशिकाओं या एंजाइमों का उपयोग करके उत्पादों और प्रक्रियाओं के बड़े स्तर पर उत्पादन और विपणन से संबंधित है।
- ❖ **आनुवंशिक अभियांत्रिकी:** इन तकनीकों का उपयोग आनुवंशिक सामग्री (DNA और RNA) की रासायनिक संरचना को बदलने के लिए किया जाता है।
- ❖ **बायोप्रोसेस इंजीनियरिंग:** इस तकनीक का उपयोग रासायनिक इंजीनियरिंग प्रक्रियाओं में जीवाणु रहित (माइक्रोबियल संदूषण-मुक्त) वातावरण के रख-रखाव के लिए किया जाता है।
- ❖ **आणविक कैंची:** 'आणविक कैंची' - प्रतिबंधन एंजाइम नामक विशेष एंजाइमों का उपयोग करके विशिष्ट स्थानों पर DNA को काटना।
- ❖ **टोपिपोटेंसी:** यह एक एकल कोशिका की विभाजित होने और जीव में सभी विभेदित कोशिकाओं को उत्पन्न करने की क्षमता है।
- ❖ **रूपांतरण:** यह एक प्रक्रिया है जिसके माध्यम से DNA का एक टुकड़ा परपोषी जीवाणु में प्रविष्ट कराया जाता है।
- ❖ **DNA में पैलिंड्रोम:** DNA में पैलिंड्रोम क्षारक युग्मों का एक अनुक्रम है, जो दोनों स्ट्रैंड पर एक समान दिखाई देता है, जब पठन का अभिविन्यास समान रखा जाता है।
- ❖ **आनुवंशिक रूप से संशोधित जीव (GMO):** पादप, जीवाणु, कवक और जीव जिनके जीन में परिवर्तन करके बदलाव किया गया है, उन्हें आनुवंशिक रूप से संशोधित जीव (GMO) कहा जाता है।
- ❖ **जीन चिकित्सा:** यह रोगों, विशेष रूप से वंशानुगत रोगों के उपचार के लिए किसी व्यक्ति की कोशिकाओं और ऊतकों में जीनों को सम्मिलित करने की प्रक्रिया है।
- ❖ **एंजाइम-लिंकड इम्यूनो-सॉर्बेंट असे (एलिसा):** एलिसा एक प्रयोगशाला तकनीक है जिससे रक्त, पेशाब या अन्य शारीरिक तरल पदार्थ में कुछ एंटीबॉडी, एंटीजन और अन्य पदार्थों का पता लगाया जाता है।
- ❖ **ट्रांसजेनिक जीव:** जिन जीवों के DNA में परिवर्तन करके उनमें एक अतिरिक्त (बाह्य) जीन को प्रविष्ट किया जाता है, उन्हें ट्रांसजेनिक जीव कहा जाता है।



इस श्रृंखला की अन्य पुस्तकें



₹ 409/-



**PHYSICS
WALLAH**



PW APP



PWOONLY IAS WEB

ISBN 978-93-6897-144-3



60dcec7f-d8d7-4b48-
abf2-62438828357e