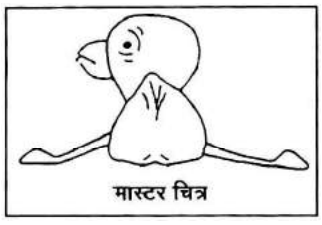
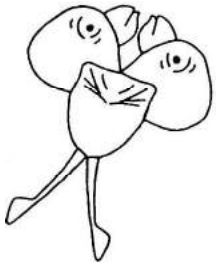
8. क्रांतिक कोण से आप क्या समझते है?
9. प्रकाश वायु से 1.50 अपवर्तनांक की काँच की प्लेट में प्रवेश करता है। काँच में प्रकाश की चाल कितनी है? निर्वात् में प्रकाश की चाल 3×10^8 m/s है। (उत्तर– 2×10^8 मी./से.)
10. हीरे का अपवर्तनांक 2.42 है। इस कथन का क्या अभिप्राय है?
11. वायु में गमन करती प्रकाश की एक किरण बर्फ में प्रवेश करती है। क्या प्रकाश किरण अभिलंब की ओर झुकेगी अथवा अभिलंब से दूर हटेगी? बताइए क्यों?
12. जब हम दर्पण से वस्तु की दूरी को बढ़ा देते हैं, तब प्रतिबिंब की वस्तु से दूरी पर क्या प्रभाव पड़ता है?
13. किसी माध्यम के निरपेक्ष अपवर्तनांक तथा दो माध्यमों के सापेक्ष अपवर्तनांक में अंतर स्पष्ट कीजिए। इनमें क्या संबंध होता है?
14. उत्क्रमणीयता का सिद्धांत क्या है?
15. निम्न का कारण बताइयेः–
    (i) तालाब में स्थित मछली वही नहीं होती जहाँ दिखाई देती है क्यों?
    (ii) पानी में वायु का बुलबुला चकमता दिखता है क्यों?
    (iii) मरीचिका एक भ्रम है क्यों?
16. सिद्ध कीजिए कि अपना पूर्ण प्रतिबिंब देखने के लिए समतल दर्पण की लंबाई, व्यक्ति की लंबाई की आधी होती है।
17. प्रकाश के अपवर्तन से क्या तात्पर्य है? यह प्रकाश के परावर्तन से किस प्रकार भिन्न होता है?
18. यदि कांच और जल के निरपेक्ष अपर्वनांक क्रमशः 3/2 व 5/4 हैं, तब जल एवं काँच में प्रकाश की चाल का अनुपात ज्ञात कीजिए। (1 : 2)
19. एक मछली तालाब की सतह से 75 सेमी. गहराई पर प्रतीत होती है तो सतह से उसकी वास्तविक गहराई बताइए (पानी का अपवर्तनांक 1.33 होता है)। (उत्तर– 100 से.मी.)

दर्पण से बूझो

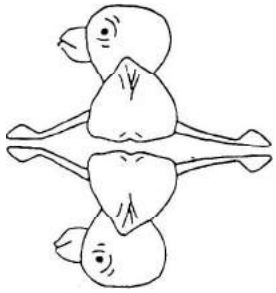
तुम्हें एक मास्टर चित्र के साथ और भी चित्र दिए गए है। समतल दर्पण पट्टी लेकर मास्टर चित्र के पास रखो और उसका प्रतिबिंब देखो। प्रतिबिंब और मास्टर चित्र मिलाकर एक नया चित्र बनता है। तुम्हें दर्पण और मास्टर चित्र की मदद से यह बूझना है कि ये चित्र कैसे बने?

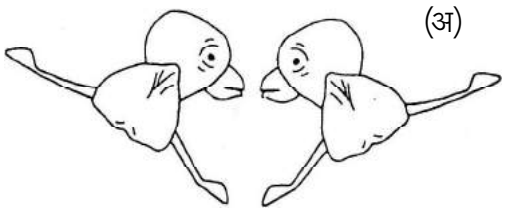


(अ)

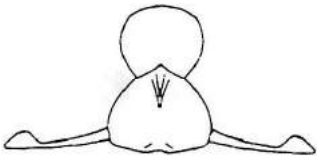


(ब)





(स)



(द)

अध्याय–11

अधातुओं का रसायन

(CHEMISTRY OF NON-METALS)

आवर्त सारणी और धातु एवं धातुकर्म अध्याय में हमने जाना कि अधिकतर तत्व धातु होते हैं। यदि संख्या में अधातु इतने कम हैं तो हम उन्हें इतना महत्व क्यों देते हैं? आइए इसे समझने के लिए इन प्रश्नों पर विचार करें–

- जिन तत्वों से पानी बना है वे धातु हैं या अधातु?
- जीवन को बनाए रखने में जिस गैस की प्रमुख भूमिका है वह धातु है या अधातु?

इस अध्याय में हम समझेंगे कि कौन–कौन से तत्व अधातु हैं और किस आधार पर उन्हें इस श्रेणी में रखा गया है। साथ ही हम जीवन के लिए महत्वपूर्ण तीन अधातुओं हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन के बारे में जानेंगे।

11.1 अधातुओं के भौतिक गुण कौन–कौन से हैं? (What are the physical properties of non-metals?)

कुछ अधातुओं से आप परिचित हैं जैसे–हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन इत्यादि। क्या आप बता सकते हैं कि ये तत्व धातु क्यों नहीं हैं?

हम जानते हैं कि धातुओं के कुछ भौतिक गुण ऐसे होते हैं जो उन्हें परिभाषित करते हैं जैसे–सामान्य ताप एवं दाब पर अधिकांश धातुएँ ठोस होती हैं। यदि कोई तत्व सामान्य ताप एवं दाब पर गैस हो तो यह पहचानना आसान होता है कि वह धातु नहीं, अधातु है। पर सभी अधातुएँ गैस नहीं होतीं। भिन्न–भिन्न अधातुएँ भिन्न–भिन्न अवस्थाओं में मिलती हैं जैसे–ब्रोमीन एकमात्र अधातु है जो द्रव अवस्था में पाई जाती है और कार्बन, आयोडीन, फॉस्फोरस, सल्फर, सिलीनियम इत्यादि अधातुएँ ठोस अवस्था में पाई जाती हैं। कार्बन का अपररूप हीरा कठोरतम तत्व है।

ठोस धातुओं और अधातुओं में अंतर करना संभव है क्योंकि सामान्यतः अधातुएँ भंगुर होती हैं। अन्य गुणों के आधार पर भी ठोस अधातुएँ, धातुओं से भिन्न होती हैं। अधातुएँ न तो आघातवर्धनीयता दर्शाती हैं न ही तन्यता और न ही वे धात्विक ध्वनि उत्पन्न करती हैं। यही नहीं, कार्बन के अपररूप ग्रेफाइट के अतिरिक्त अन्य सभी अधातुएँ विद्युत की कुचालक होती हैं। इसी तरह कार्बन के अपररूप हीरे के अतिरिक्त अन्य सभी अधातुएँ ऊष्मा की कुचालक होती हैं।

> **अपररूपता (Allotropy)**
>
> *आप जानते हैं कि हीरा और ग्रेफाइट दोनों कार्बन के ही रूप हैं। ये दोनों केवल कार्बन परमाणुओं से बने हैं। सोचिए, यह कैसे संभव है कि दिखने में इतने भिन्न ये दोनों पदार्थ कार्बन ही हैं?*
>
> *कार्बन ही नहीं, ऐसे कई तत्व हैं जो एक ही अवस्था में एक से अधिक रूपों में मिलते हैं। तत्वों के इस गुण को अपररूपता तथा उसके विभिन्न रूपों को अपररूप कहते हैं। अलग–अलग अपररूपों में परमाणुओं के बीच परस्पर आबन्ध भिन्न होता है और यही कारण है कि इनके कुछ भौतिक गुण भिन्न होते हैं।*
>
> *चूंकि किसी तत्व के अपररूपों के परमाणु समान होते हैं इसलिए इनकी रासायनिक अभिक्रियाओं में अंतर नहीं होता। उदाहरण के लिए, जलाने पर हीरा और ग्रेफाइट दोनों ही कार्बन डाइऑक्साइड देते हैं। ऑक्सीजन, फॉस्फोरस, सल्फर इत्यादि भी कुछ ऐसी अधातुएँ हैं जो अपररूपता दर्शाती हैं।*

प्रश्न

1. दी गई सारणी में चार तत्वों के भौतिक गुण दिए गए हैं–

तत्व	अवस्था	तन्यता	विद्युत चालकता
अ	ठोस	नहीं	नहीं
ब	ठोस	हाँ	हाँ
स	गैस	नहीं	नहीं
द	ठोस	नहीं	हाँ

   - क्या आप बता सकते हैं कि इनमें से कौन से तत्व धातु हैं और कौन से अधातु?
   - तत्व 'द' को धातु या अधातु में वर्गीकृत करने के आधार क्या हैं?

2. निम्नलिखित में से कौन अपररूपता प्रदर्शित करते हैं और क्यों?

   C, CO_2, SO_2, S, C_4H_{10}, CH_4

11.2 अधातुओं का आवर्त सारणी में स्थान कहाँ है?

क्या आवर्त सारणी में किसी तत्व के स्थान को देखकर आप अनुमान लगा सकते हैं कि वह तत्व अधातु है या धातु? हम जानते हैं कि आवर्त सारणी में किसी आवर्त में बाईं से दाईं ओर जाने पर धात्विक गुण कम होते जाते हैं अर्थात् जैसे–जैसे समूह संख्या बढ़ती है वैसे–वैसे धात्विक गुणों में कमी आती है। यदि समूह एक के तत्वों को देखें तो हाइड्रोजन को छोड़कर सभी तत्व धातु हैं परंतु समूह 18 के तत्वों में हमें एक भी धातु नहीं मिलती। किसी एक समूह के तत्वों को लिया जाए तो समूह में ऊपर से नीचे जाने पर धात्विक गुणों में वृद्धि होती है जैसे– यदि समूह 15 को देखें तो उसमें प्रथम दो तत्व (नाइट्रोजन, फॉस्फोरस) अधातु हैं, तीसरे और चौथे तत्व (आर्सेनिक, ऐन्टिमनी) में धात्विक गुण बढ़ता जाता है किन्तु ये पूरी तरह धातु भी नहीं हैं। इसी समूह का अंतिम सदस्य (बिस्मथ) धातु है।

कुछ गुण ऐसे होते हैं जो केवल धातुओं के द्वारा दर्शाए जाते हैं जबकि कुछ गुण केवल अधातुओं के द्वारा। किन्तु ऐसे तत्व भी हैं जो धातु–अधातु के बीच के लक्षण दर्शाते हैं। इन तत्वों का स्थान आवर्त सारणी में धातुओं और अधातुओं के मध्य है। इसलिए आवर्त सारणी में एक समूह से दूसरे समूह में जाने पर धात्विक गुणों में परिवर्तन अचानक नहीं होता बल्कि क्रमिक होता है। यह एक टेढ़ी–मेढ़ी (zig-zag) विकर्ण रेखा के निकट स्थित तत्वों के द्वारा दर्शाया जाता है (चित्र–1)। इसलिए इनकी गिनती धातुओं में नहीं होती, पर इन्हें अर्ध–धातु अथवा उपधातु (semi-metals or metalloids) कहा जाता है। इनमें बोरॉन, सिलिकन, जर्मेनियम, आर्सेनिक, ऐन्टिमनी, टैल्यूरियम और पोलोनियम शामिल हैं। धातुओं की भांति ये सभी उपधातुएँ भी ठोस होती हैं। बोरॉन तथा सिलिकन विद्युत की अच्छी चालक नहीं होतीं किंतु अशुद्धियों की उपस्थिति में विद्युत चालकता दर्शाती हैं। उपधातुओं और धातुओं को छोड़ शेष तत्वों को अधातु कहते हैं।

						18
	13	14	15	16	17	2 He हीलियम 4.0
	5 B बोरॉन 10.8	6 C कार्बन 12.0	7 N नाइट्रोजन 14.0	8 O ऑक्सीजन 16.0	9 F फ्लुओरीन 19.0	10 Ne निऑन 20.2
12	13 Al ऐलुमिनियम 27.0	14 Si सिलिकन 28.1	15 P फॉस्फोरस 31.0	16 S सल्फर (गंधक) 32.1	17 Cl क्लोरीन 35.5	18 Ar ऑर्गान 39.9
30 Zn जिंक (जस्ता) 65.4	31 Ga गैलियम 69.7	32 Ge जर्मेनियम 72.6	33 As आर्सेनिक 74.9	34 Se सिलीनियम 79.0	35 Br ब्रोमीन 79.9	36 Kr क्रिप्टॉन 83.8
48 Cd कैडमियम 112.4	49 In इंडियम 114.8	50 Sn टिन 118.7	51 Sb ऐन्टिमनी 121.8	52 Te टैल्यूरियम 127.6	53 I आयोडीन 126.9	54 Xe जीनॉन 131.3
80 Hg मर्करी (पारा) 200.6	81 Tl थैलियम 204.4	82 Pb लेड (सीसा) 207.2	83 Bi बिस्मथ 209.0	84 Po पोलोनियम (209)	85 At ऐस्टैटीन (210)	86 Rn रेडॉन (222)

चित्र–1 : आवर्त सारणी में अधातुओं का स्थान

अधातुओं के अंतर्गत समूह 14 का एक सदस्य कार्बन, समूह 15 के दो सदस्य नाइट्रोजन और फॉस्फोरस व समूह 16 के तीन सदस्य ऑक्सीजन, सल्फर और सिलीनियम को रखा जाता है। समूह 17 को हैलोजन समूह कहते हैं इस समूह के 5 सदस्य फ्लुओरीन, क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन एवं ऐस्टैटीन भी अधातु हैं। इन्हें अष्टक पूर्ण करने के लिए केवल एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है इसलिए ये अत्यधिक क्रियाशील होते हैं। प्रकृति में ये मुक्त अवस्था में नहीं मिलते, इसलिए इनकी पहचान 18वीं शताब्दी के अंत में ही हुई। समूह 18 अधातुओं का एक बड़ा समूह है तथा यह उत्कृष्ट गैसों (noble gases) का है। इसमें हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ऑर्गान, ज़ीनॉन और रेडॉन शामिल हैं, ये रंगहीन गैसें हैं। चूंकि इनके बाह्यतम कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन हैं इसलिए यह सामान्यतः रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग नहीं लेतीं इसलिए इन्हें अक्रिय गैसें (inert gases) भी कहा जाता था। ये सभी वायुमण्डल में बहुत ही कम मात्रा में विद्यमान हैं अतः इन्हें दुर्लभ गैसें (rare gases) भी कहा जाता है।

क्या आप किसी ऐसे तत्व को जानते हैं जो अधातु है किंतु उसे आवर्त सारणी में बाईं ओर रखा गया है? अधातुओं के रासायनिक गुणों के बारे में समझने से पहले आइए, उनका इतिहास जानें।

11.3 अधातुओं की खोज कब और कैसे हुई?

कार्बन और सल्फर दो ऐसी अधातुएँ हैं जिनकी जानकारी प्राचीन काल में भी थी। इनके खोजे जाने की तिथि और खोजने वाले का नाम ज्ञात नहीं है।

प्रकृति में कार्बन, हीरा और ग्रेफाइट के रूप में मिलता है और इन दोनों अपररूपों का उल्लेख प्राचीन अभिलेखों में मिलता है। किन्तु उस समय इन्हें अलग–अलग पदार्थ समझा जाता था। आधुनिक रसायन शास्त्र के विकास के साथ ही यह समझ बनी कि ग्रेफाइट, हीरा इत्यादि सभी कार्बन हैं। इन्हें जलाने पर कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त होती है। लवाइजिए ने दोनों के दहन से यह सिद्ध किया कि दोनों में तत्व कार्बन ही है। अतः सन् 1789 में प्रकाशित तत्वों की तालिका में उसे कार्बन (carbon) नाम से स्थान दिया गया। इसी प्रकार सल्फर की जानकारी भी प्राचीन काल में थी और लवाइजिए ने ही सिद्ध किया कि यह भी तत्व है। फॉस्फोरस की खोज मध्य काल (1669) में हैम्बुर्ग के एक व्यापारी हेनिंग ब्रांड (Hennig Brand) ने की।

मध्यकाल तक गैसीय पदार्थों के बारे में अधिक जानकारी नहीं थी। चूंकि अधिकतर अधातुएँ गैसीय अवस्था में मिलती हैं इसलिए उनकी खोज तब ही हुई जब गैसों को प्राप्त तथा एकत्रित करने की विधियाँ विकसित हुईं। उससे पूर्व गैस अवस्था की कोई स्पष्ट समझ न होने के कारण रासायनिक अभिक्रियाओं में गैसों के भाग लेने या अभिक्रिया के बाद बनने को नहीं समझा जा सका था। इस कारण कई रासायनिक अभिक्रियाओं, विशेषकर दहन की प्रकृति को समझने में बहुत समय लगा।

18वीं शताब्दी के मध्य में हैल्स (Hales) नामक वैज्ञानिक ने गैस यांत्रिकी ट्रफ (pneumatic trough) का निर्माण किया जिसके द्वारा दहन एवं अन्य अभिक्रियाओं में उत्पन्न गैसों को इकट्ठा करना संभव हो सका। इस उपकरण की सहायता से अन्य वैज्ञानिक गैसों को पृथक कर उनका अध्ययन कर सके और इस प्रकार गैसीय अधातुओं की खोज संभव हुई।

इसके बाद अधातुओं की खोज में तेजी आई। शीले एक स्वीडिश रसायनज्ञ थे जिन्होंने सन् 1771 में फ्लुओरीन और सन् 1774 में क्लोरीन तत्वों की खोज की। धीरे–धीरे अन्य अधातुओं की भी खोज हुई।

अक्रिय गैसें प्रकृति में स्वतंत्र अवस्था में मिलती हैं किंतु इनकी मात्रा अत्यंत अल्प होती है, इस कारण इनकी खोज में भी समय लगा। सन् 1785 में कैवेंडिश ने वायु के कुछ प्रयोग किए, उन्होंने वायु से जब नाइट्रोजन और ऑक्सीजन गैस को पृथक किया तब एक अज्ञात गैस के बुलबुले देखे जो संभवतः ऑर्गान थी किंतु वे उसकी पहचान नहीं कर पाए। इसे नए तत्व के रूप में पहचानने में 100 से भी अधिक वर्ष लगे। सन् 1894 में रैम्से और

रैले नामक दो वैज्ञानिकों ने देखा कि वायु से प्राप्त नाइट्रोजन का घनत्व शुद्ध नाइट्रोजन की अपेक्षा अधिक होता है और वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि वायु में कोई और गैस भी शामिल है। उन्होंने इस गैस को अलग किया और ऑर्गान नाम दिया। रैम्से ने ही अन्य अक्रिय गैसों–हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ज़ीनॉन की भी खोज की। इस तरह 19वीं शताब्दी के अंत तक अधिकतर अधातुएँ खोजी जा चुकी थीं।

प्रश्न

1. उपधातु किसे कहते हैं? कोई दो उदाहरण दीजिए।
2. गैसीय तत्वों की खोज, ठोस तत्वों की अपेक्षा देर से होने के कारण लिखिए।
3. समूह 18 के तत्व सामान्यतः रासायनिक क्रियाओं में भाग नहीं लेते, क्यों?

11.4 अधातुओं का रसायन (Chemistry of non-metals)

आवर्त सारणी में अधातुएँ (हाइड्रोजन को छोड़कर) समूह 14 से समूह 18 तक स्थित हैं अर्थात् इन अधातुओं के परमाणुओं के बाहरी कोश में 4 से 8 इलेक्ट्रॉन होते हैं। चूंकि अधातुओं में इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति होती है इसलिए वे विद्युत ऋणात्मक होती हैं। आप जानते हैं कि अधातुएँ, धातुओं की अपेक्षा अधिक विद्युत ऋणात्मक होती हैं, किन्तु प्रत्येक अधातु की विद्युत ऋणात्मकता भी भिन्न होती है। अधातुओं की विद्युत ऋणात्मकता का मान 2.01 से 4.1 के मध्य होता है।

आवर्त सारणी में हमने देखा कि विद्युत ऋणात्मकता समूह में नीचे जाने पर घटती है और आवर्त में दाएँ जाने पर बढ़ती है इसलिए आवर्त सारणी के समूह 17 के तत्व अधिक विद्युत ऋणात्मक हैं। फ्लुओरीन की विद्युत ऋणात्मकता का मान सबसे अधिक है और ऑक्सीजन और क्लोरीन का मान भी लगभग आस–पास ही है। विद्युत ऋणात्मकता का मान यह निश्चित करता है कि एक अधातु, किसी धातु अथवा अन्य अधातु से किस प्रकार अभिक्रिया करती है।

समूह 18 के तत्वों को छोड़कर अन्य अधातुएँ रासायनिक अभिक्रियाओं में ऋणायन बनाती हैं अथवा सहसंयोजी बंध बनाती हैं। आइए, अब हम अधातुओं की कुछ सामान्य अभिक्रियाओं के बारे में समझें।

11.4.1 अधातु और धातु के बीच अभिक्रिया (Reaction between non-metals and metals)

हमने पहले भी अधातुओं और धातुओं के बीच कुछ अभिक्रियाओं के बारे में सीखा है, आइए, इन्हें दोहराएँ–

$2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

$2Cu(s) + O_2(g) \longrightarrow 2CuO(s)$

$Fe(s) + S(s) \longrightarrow FeS(s)$

$3Mg(s) + N_2(g) \longrightarrow Mg_3N_2(s)$

मैग्नीशियम नाइट्राइड

$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$

$6Ca(s) + P_4(s) \longrightarrow 2Ca_3P_2(s)$

कैल्सियम फॉस्फाइड

अधातु और धातु आपस में अभिक्रिया कर आयनिक यौगिक बनाती हैं। यहाँ धातु का ऑक्सीकरण और अधातु का अपचयन होता है।

11.4.2 अधातुओं की आपस में अभिक्रिया

हम जानते हैं कि जब अधातुएँ आपस में अभिक्रिया करती हैं तब सहसंयोजी यौगिक बनते हैं। अधातुएँ अनेक सहसंयोजी यौगिक बनाती हैं, यहाँ हम केवल क्लोराइड और ऑक्साइड अर्थात् क्लोरीन और ऑक्सीजन के यौगिकों को समझेंगे।

(क) अधातुओं की क्लोरीन से अभिक्रिया– अधातुएँ क्लोरीन से अभिक्रिया कर क्लोराइड बनाती हैं।

$C(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow CCl_4(l)$

$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$

$P_4(s) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_3(l)$

फॉस्फोरस ट्राइक्लोराइड

(ख) अधातुओं की ऑक्सीजन से अभिक्रिया– अधातुएँ ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर ऑक्साइड बनाती हैं।

$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

$S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$

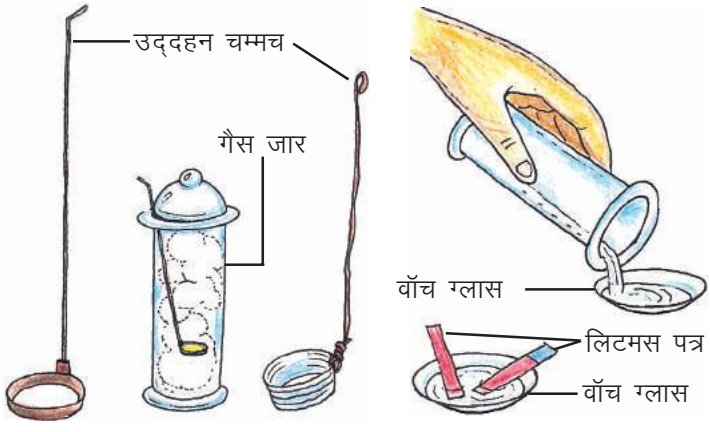
$P_4(s) + 5O_2(g) \longrightarrow P_4O_{10}(s)$

ध्यान रहे कि यौगिकों के सूत्र में कम विद्युत ऋणात्मक अधातु पहले और अधिक ऋणात्मक बाद में लिखी जाती है। चूंकि ऑक्सीजन और क्लोरीन दोनों की विद्युत ऋणात्मकता का मान अन्य तत्वों की अपेक्षा अधिक है इसलिए यौगिकों के सूत्रों में इन्हें बाद में लिखा जाता है।

11.4.3 अधातुओं के ऑक्साइड की प्रकृति (Nature of non-metallic oxides)

क्रियाकलाप–1

- एक उद्दहन चम्मच में थोड़ा सा सल्फर का चूर्ण लीजिए और उसे गरम कीजिए।
- जब सल्फर जलने लगे तो चम्मच को कॉच के गैस जार या गिलास में रख दें और उसे इस प्रकार ढक दें कि बन रही गैस उसमें एकत्रित हो जाए (चित्र–2)।
- कुछ समय बाद चम्मच निकाल कर गैस जार में थोड़ा सा जल डालें और उसे तुरंत ढक दें।



चित्र–2 : अधातु के ऑक्साइड की प्रकृति का परीक्षण

- अब गिलास को हिलाएं और बने विलयन का परीक्षण लाल और नीले लिटमस पेपर से करें।
- किस लिटमस पेपर के रंग में किसी प्रकार का अंतर दिखा?

सावधानी : *यह क्रियाकलाप ऐसे स्थान पर करें जहाँ हवा का प्रवाह उचित हो क्योंकि सल्फर डाइऑक्साइड गैस हमारे शरीर को नुकसान पहुँचाती है।*

सल्फर, ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर सल्फर डाइऑक्साइड बनाता है। क्रियाकलाप–1 में आपने देखा होगा कि सल्फर डाइऑक्साइड का जल में विलयन अम्लीय है।

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

इसी प्रकार अधिकतर अधातु ऑक्साइडों के जलीय विलयन अम्लीय होते हैं जैसे–

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

किंतु सभी अधातु ऑक्साइड अम्लीय नहीं होते हैं। जल, हाइड्रोजन का ऑक्साइड है और इसकी प्रकृति उदासीन होती है।

प्रश्न

1. प्रयोगशाला में उपयोग किए जाने वाले अम्लों के नाम खोजिए और बताइए कि वे किन–किन अधातुओं से मिलकर बने हैं?
2. अधातुएँ विद्युत ऋणात्मक होती हैं क्यों?
3. आपको कोई तत्व दिया गया है, आप कैसे पहचानेंगे कि वह धातु है या अधातु? तीन तरीके बताएं।

कुछ प्रमुख अधातुएँ (Some major non-metals)

हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन इन नामों पर ध्यान दीजिए, क्या आपको इनमें कोई समानता दिखायी देती है? इन सभी नामों के अंत में जन (gen) आता है। वास्तव में जन ग्रीक भाषा के जेनेस (genes) से लिया गया है जिसका अर्थ है 'बनानेवाला' जैसे–हाइड्रोजन दो शब्दों से मिलकर बना है हाइड्रो (hydro) जिसका अर्थ है पानी तथा जेनेस (genes) अर्थात् बनाने वाला। इस प्रकार हाइड्रोजन का अर्थ है जल बनाने वाला। जब ऑक्सीजन की खोज हुई तो यह माना जाता था कि इससे अम्ल (ऑक्सी) बनते हैं और इस आधार पर ही इस तत्व को ऑक्सीजन नाम दिया गया।

पृथ्वी की लगभग 70% सतह पर जल है तथा जल हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक है। हमारे आस–पास की वायु में लगभग 78% नाइट्रोजन तथा 21% ऑक्सीजन है। इसलिए इन तीनों तत्वों को वायु और जल के तत्व भी कहा जाता है। कार्बन के साथ मिलकर ये तीनों तत्व अनेक ऐसे यौगिक बनाते हैं जो जीवन का आधार हैं और अत्यंत महत्वपूर्ण हैं जैसे–प्रोटीन।

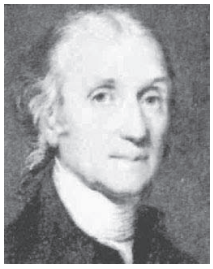
11.5 हाइड्रोजन (Hydrogen)

प्रायः किसी नए तत्व की खोज तभी मानी जाती है जब उसे शुद्ध रूप में प्राप्त कर उसके भौतिक और रासायनिक गुणों की जाँच की गई हो। सन् 1671 में ब्रिटिश वैज्ञानिक राबर्ट बॉयल ने देखा है कि आयरन और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से जो गैस बनती है वह अत्यन्त ज्वलनशील है परन्तु उन्होंने इसका व्यवस्थित ढंग से अध्ययन नहीं किया और वे यह नहीं समझ सके कि यह एक नया तत्व है। कुछ अन्य वैज्ञानिकों के अनुसार भी धातुएँ अम्ल में विलेय होती हैं और इस प्रक्रिया में एक ज्वलनशील गैस निकलती है। केवेंडिश ने सन् 1776 में पहली बार सिद्ध किया कि यह गैस अन्य गैसों से भिन्न है और इसलिए हाइड्रोजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया गया। उन्होंने ही इस गैस और ऑक्सीजन के संयोग से पानी बनाया, जिस आधार पर लवाइजिए (Lavoisier) ने इसे हाइड्रोजन नाम दिया।

ब्रह्माण्ड में 93% हाइड्रोजन है। हमारे आस–पास हाइड्रोजन द्विपरमाणुक गैस (H_2) के रूप में उपस्थित है। शुद्ध हाइड्रोजन अणु पृथ्वी पर बहुत ही कम मिलते हैं ये अधिकतर यौगिक के रूप में पाए जाते हैं। हाइड्रोजन एक रंगहीन, गंधहीन, स्वादहीन गैस है तथा अत्यंत ज्वलनशील भी है। पिछली कक्षाओं में आपने समस्थानिकों के

बारे में पढ़ा था। हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक हैं इन्हें क्रमशः प्रोटियम, ड्यूटीरियम या भारी हाइड्रोजन तथा ट्राइटियम कहते हैं। हाइड्रोजन की परमाणु संख्या 1 और सापेक्षिक परमाणु भार भी एक है।

हेनरी केवेंडिश (Henry Cavendish)



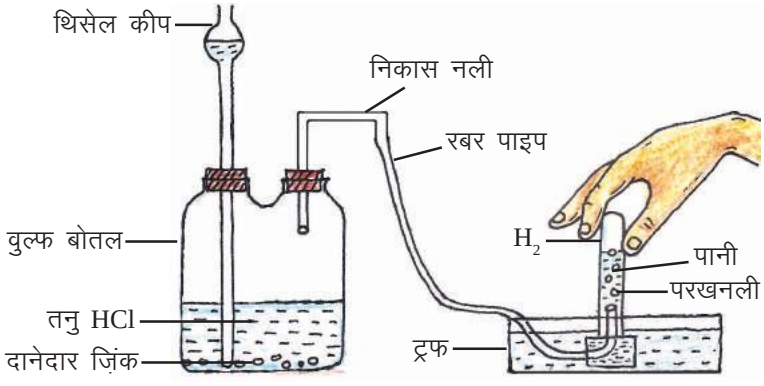
अंग्रेज भौतिकशास्त्री एवं रसायनज्ञ केवेंडिश (1731–1810) ने जिंक, टिन, आयरन पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की अभिक्रिया से हाइड्रोजन प्राप्त की। उन्होंने हाइड्रोजन के गुणों का परीक्षण किया तथा ज्ञात किया कि यह अत्यंत हल्की गैस है तथा ज्ञात तत्वों में इसका घनत्व सबसे कम होता है। उन्होंने हाइड्रोजन के गुणों का अध्ययन करने के पश्चात इसका नाम ज्वलनशील गैस (flammable gas) रखा। साथ ही उन्होंने वायुमंडल की वायु के संघटन, विभिन्न गैसों के गुण, जल का संघटन ज्ञात किया तथा प्रयोग के आधार पर पृथ्वी के घनत्व का परिकलन किया। केवेंडिश अपने शोध कार्यों में परिशुद्धता तथा यथार्थता के लिए जाने जाते हैं।

11.5.1 हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of hydrogen)

1. प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस (H_2), दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा बनाई जाती है। अम्ल एवं क्षारक अध्याय में आपने हाइड्रोजन गैस बनाने की इस विधि के बारे में पढ़ा है। इस अभिक्रिया का संतुलित समीकरण लिखिए।

क्रियाकलाप–2

- एक वुल्फ बोतल में थोड़ा सा दानेदार ज़िंक लीजिए।
- बोतल के एक मुँह पर थिसेल कीप और दूसरे पर मुड़ी हुई निकास नली लगाइए (चित्र–3)।
- निकास नली के दूसरे सिरे में रबर की नली लगाकर जल से भरे ट्रफ में रख दीजिए।
- गैस को इकट्ठा करने के लिए जल से भरे गैस जार या परखनली को उलटा कर ट्रफ में निकास नली के ऊपर रख दीजिए।



चित्र–3 : हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि

- थिसेल कीप द्वारा वुल्फ बोतल में इतना तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए कि थिसेल कीप का निचला सिरा अम्ल में डूब जाए। थोड़ी देर बाद ट्रफ में गैस के बुलबुले दिखाई देंगे।
- जल के विस्थापन द्वारा एकत्रित गैस हाइड्रोजन ही है, यह परीक्षण आप कैसे करेंगे?

2. दानेदार जिंक की क्षार के साथ अभिक्रिया से भी हाइड्रोजन गैस प्राप्त होती है।

$$Zn(s) + 2NaOH(aq) \longrightarrow \underset{\text{सोडियम जिंकेट}}{Na_2ZnO_2(aq)} + H_2\uparrow$$

सावधानियाँ : *हाइड्रोजन गैस को एकत्रित करते समय यदि उसमें हवा मिल जाए तो ज्वाला के सम्पर्क में आते ही मिश्रण में विस्फोट होता है। अतः गैस को सावधानीपूर्वक एकत्रित करें तथा परीक्षण के लिए जलती माचिस की तीली परखनली के अंदर न डालें बल्कि उसके मुँह के पास रखें।*

11.5.2 हाइड्रोजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of hydrogen)

हाइड्रोजन परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन होता है जो K कोश में उपस्थित रहता है। हाइड्रोजन, समूह एक के तत्वों के समान एक इलेक्ट्रॉन खोकर H^+ आयन (हाइड्रोजन आयन) बना सकता है। हाइड्रोजन के लिए एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर H^- आयन (हाइड्राइड आयन) बनाना भी संभव है इस प्रकार वह हैलोजन समूह के तत्वों से भी समानता रखता है। इसलिए आवर्त सारणी में हाइड्रोजन को समूह–1 और समूह–17 दोनों में रखा जा सकता है। चूंकि आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों को बढ़ती परमाणु संख्या के क्रम में व्यवस्थित किया गया है इसलिए हाइड्रोजन को समूह–1 के शीर्ष पर स्थान दिया गया है।

1. **धातुओं के साथ अभिक्रिया–** धातुओं की अपेक्षा हाइड्रोजन की विद्युत ऋणात्मकता अधिक है। धातुओं से अभिक्रिया कर हाइड्रोजन संगत हाइड्राइड देता है।

$$2Na + H_2 \longrightarrow 2NaH$$

$$Mg + H_2 \longrightarrow MgH_2$$

2. **हैलोजन से अभिक्रिया–** हाइड्रोजन की हैलोजन से अभिक्रिया से हाइड्रोजन हैलाइड प्राप्त होते हैं।

$$H_2(g) + X_2(g) \longrightarrow 2HX(g) \qquad \text{यहाँ } X = F, Cl, Br, I$$

इस आधार पर नीचे दी गई अभिक्रियाओं को पूर्ण कर संतुलित समीकरण लिखिए–

$$H_2(\ ) + Br_2(\ ) \longrightarrow ?$$

$$H_2(\ ) + F_2(\ ) \longrightarrow ?$$

3. **अपचयन अभिक्रिया–** हाइड्रोजन गर्म धात्विक ऑक्साइड से अभिक्रिया कर उन्हें संगत धातु में अपचयित करती है।

$$CuO(s) + H_2(g) \xrightarrow{200°C} Cu(s) + H_2O(g)$$

$$Fe_3O_4(s) + 4H_2(g) \longrightarrow 3Fe(s) + 4H_2O(g)$$

हाइड्रोजन द्वारा धातु हैलाइड का अपचयन भी संभव है।

$$2AgCl + H_2 \longrightarrow 2Ag + 2HCl$$

11.5.3 हाइड्रोजन के उपयोग (Uses of hydrogen)

1. धातुकर्म में गर्म धातु ऑक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित कर धातु प्राप्त की जाती है। टंग्स्टेन तथा मॉलिब्डेनम धातु प्राप्त करने में हाइड्रोजन का उपयोग होता है।
2. अमोनिया, हाइड्रोजन क्लोराइड इत्यादि के औद्योगिक उत्पादन में हाइड्रोजन का उपयोग होता है।
3. कार्बनिक रसायनों के उत्पादन में भी हाइड्रोजन आवश्यक है। बड़े पैमाने पर मेथैनॉल बनाने में हाइड्रोजन का उपयोग किया जाता है।
4. वनस्पति तेलों के हाइड्रोजनीकरण से वनस्पति वसा के निर्माण में– वनस्पति तेलों में उपस्थित कार्बनिक यौगिकों में कार्बन–कार्बन परमाणु के बीच द्विबंध पाए जाते हैं जो हाइड्रोजन से अभिक्रिया कर एकल बंध में बदल जाते हैं और वनस्पति वसा बनती है।
5. ईंधन सेल में हाइड्रोजन अणुओं के विघटन से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जाती है और फिर हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के बीच अभिक्रिया से ऊष्मा उत्पन्न होती है। जीवाश्म ईंधन की अपेक्षा इनमें प्रदूषण कम होता है।

11.6 नाइट्रोजन (Nitrogen)

नाइट्रोजन की परमाणु संख्या 7 तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 5 है। सामान्य ताप एवं दाब पर नाइट्रोजन गैसीय अवस्था में पाई जाती है। आवर्त सारणी में यह समूह 15 का प्रथम तत्व है।

नाइट्रोजन, वायुमंडल में सबसे अधिक मात्रा में पायी जाने वाली गैस है। एक समय यह माना जाता था कि वायु एक तत्व है। ब्रिटिश रसायनज्ञ ब्लैक (1728–99) ने कुछ प्रयोगों के दौरान देखा कि एक बंद बीकर अथवा गिलास में मोमबत्ती जलाने पर वह कुछ देर बाद बुझ जाती है अर्थात् बीकर के अंदर की वायु अब मोमबत्ती के जलने में सहायता नहीं करती। उन्होंने बीकर से जब मोमबत्ती के जलने से उत्पन्न गैस को अलग किया तब देखा कि बीकर में अब भी ऐसी गैस बची थी जो जलने में सहायक नहीं थी। किंतु इन अवलोकनों की वे व्याख्या नहीं कर पाए। इस गैस के गुणों का अध्ययन उन्हीं के शिष्य डेनियल रदरफोर्ड (1749–1819) ने किया इसलिए नाइट्रोजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया जाता है।

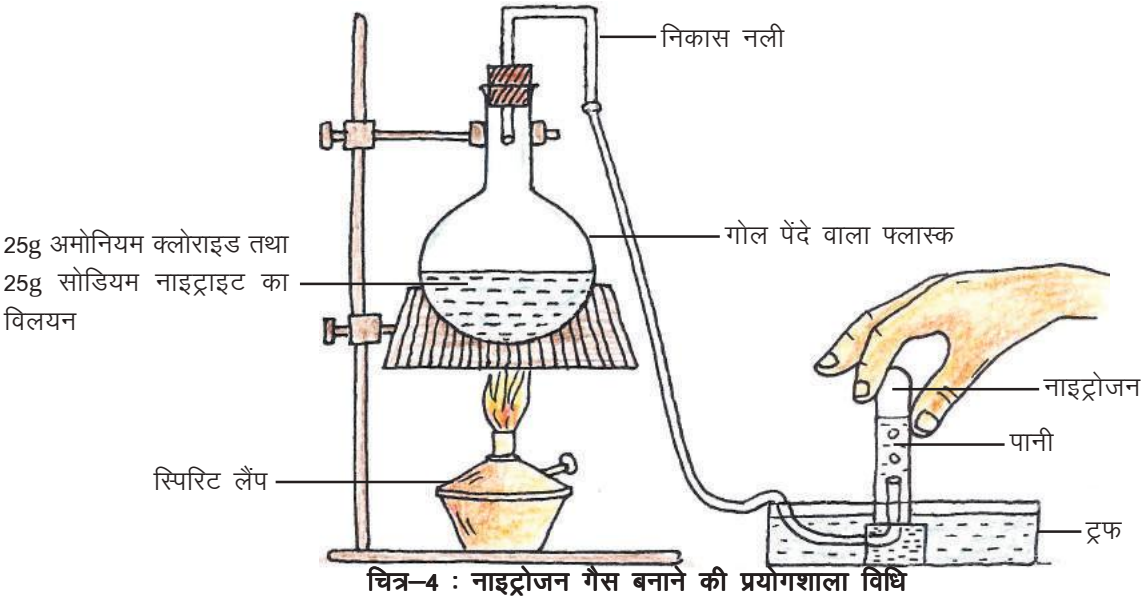
11.6.1 नाइट्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of nitrogen)

प्रयोगशाला में नाइट्रोजन गैस अमोनियम क्लोराइड (नौसादर) और सोडियम नाइट्राइट के जलीय विलयन को गर्म कर प्राप्त की जाती है।

$$NH_4Cl(aq) + NaNO_2(aq) \xrightarrow{\text{ऊष्मा}} NaCl(aq) + 2H_2O(l) + N_2(g)$$

क्रियाकलाप–3

- एक गोल पेंदे वाले फ्लास्क (round bottom flask) में समान मात्रा में (लगभग 25 g) अमोनियम क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्राइट लीजिए।
- फ्लास्क में 100 mL जल डालिए और उसे हिलाइए, जिससे अमोनियम क्लोराइड और सोडियम नाइट्राइट उसमें घुल जाएं।



चित्र–4 : नाइट्रोजन गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

- निकासनली, ट्रफ, गैस जार अथवा परखनली लीजिए और चित्र–4 के अनुसार व्यवस्थित कीजिए।
- अब फ्लास्क को गरम कीजिए और जल के अधो–विस्थापन द्वारा नाइट्रोजन गैस को एकत्रित कीजिए।

11.6.2 नाइट्रोजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of nitrogen)

हम जानते हैं कि दो नाइट्रोजन परमाणु आपस में त्रिबंध द्वारा जुड़कर N_2 अणु बनाते हैं। अतः नाइट्रोजन द्विपरमाणुक अणु है और इसी रूप में रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेती है।

1. **ऑक्सीजन से अभिक्रिया–** नाइट्रोजन अत्यधिक उच्च ताप (2000 K) पर ऑक्सीजन से अभिक्रिया कर नाइट्रिक ऑक्साइड बनाती है।

$$N_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{2000\ K} 2NO(g)$$

2. **धातुओं से अभिक्रिया–** नाइट्रोजन उच्च ताप पर धातुओं से क्रिया कर धातु नाइट्राइड बनाती है।

$$6Li + N_2 \xrightarrow{\text{ताप}} 2Li_3N$$

लिथियम नाइट्राइड

3. **हाइड्रोजन से अभिक्रिया–** उच्च ताप (450 -500°C) एवं उच्च दाब (200 atm) पर Fe उत्प्रेरक तथा Mo उत्साहक की उपस्थिति में नाइट्रोजन और हाइड्रोजन आपस में क्रिया कर अमोनिया बनाती हैं। (उत्प्रेरक रासायनिक अभिक्रिया में भाग लिए बिना अभिक्रिया की दर में परिवर्तन करते हैं यहाँ उत्प्रेरक (Fe) रासायनिक अभिक्रिया की दर को बढ़ाता है तथा उत्साहक (Mo) उत्प्रेरक की क्रियाशीलता को)। अमोनिया निर्माण की इस प्रक्रिया को हैबर प्रक्रम कहा जाता है।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \underset{200\ atm}{\overset{450\text{-}500°C}{\rightleftharpoons}} 2NH_3(g)$$

11.6.3 नाइट्रोजन के उपयोग (Uses of nitrogen)

1. जीवों एवं वनस्पतियों में पाए जाने वाले प्रोटीन, नाइट्रोजन तथा कुछ अन्य तत्वों (C, H, O, S) के यौगिक हैं।
2. अमोनिया तथा नाइट्रिक अम्ल के औद्योगिक निर्माण में।
3. डिब्बा बंद भोज्य पदार्थों, चिप्स के पैकेट आदि में अक्रिय वातावरण बनाने में।
4. कृषि क्षेत्र में उपयोगी उर्वरकों जैसे–यूरिया आदि के निर्माण में।
5. द्रव नाइट्रोजन शीघ्रता से ऊष्मा अवशोषित करती है इसलिए ऊतक नमूने, रक्त नमूने इत्यादि को ठण्डा कर परिरक्षित करने में उपयोग किया जाता है।

11.7 ऑक्सीजन (Oxygen)

ऑक्सीजन आवर्त सारणी के वर्ग 16 का प्रथम तत्व है। ऑक्सीजन भूपर्पटी पर सर्वाधिक बहुलता (most abundant) में पाया जाने वाला तत्व है। वायुमंडल में भी नाइट्रोजन के बाद सबसे अधिक मात्रा में ऑक्सीजन गैस ही मिलती है।

ऑक्सीजन का परमाणु क्रमांक 8 तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास–2, 6 है। इसके दो अपररूप, O_2 तथा O_3 (ओज़ोन) पाए जाते हैं। अधिकतर ऑक्सीजन द्विपरमाणुक अणु (O_2) के रूप में रहती है।

11.7.1 ऑक्सीजन बनाने की प्रयोगशाला विधि (Laboratory preparation method of oxygen)

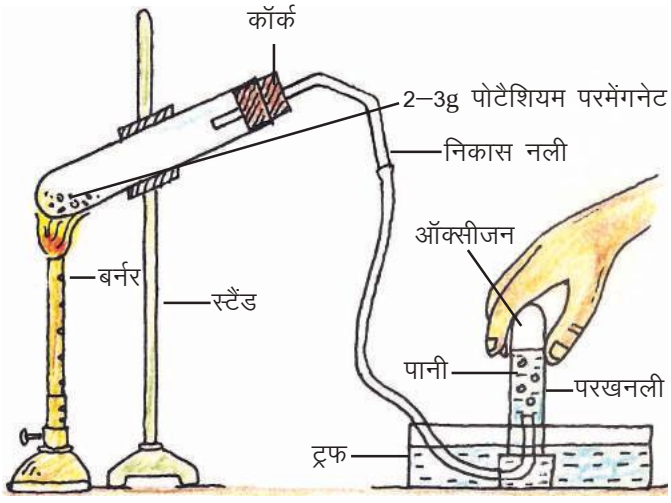
ऑक्सीजन बनाने की प्रयोगशाला विधि में ऑक्सीजन गैस, पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म कर प्राप्त की जाती है।

$$2KMnO_4 \xrightarrow{\triangle} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2\uparrow$$

पोटैशियम मेंगनेट

क्रियाकलाप–4

- एक काँच की क्वथननली में 2–3 g पोटैशियम परमेंगनेट लीजिए तथा चित्र–5 के अनुसार उपकरण को व्यवस्थित कीजिए।
- अब परखनली को गर्म कीजिए और निकलने वाली गैस को पानी से भरी उल्टी रखी परखनली या गैसजार में एकत्र कीजिए।
- जब परखनली गैस से पूरी भर जाए तो उसके मुँह पर अँगूठा रखकर सावधानीपूर्वक उसे पानी से निकालिए।
- आप कैसे परीक्षण करेंगे की एकत्रित गैस ऑक्सीजन है?



चित्र–5 : ऑक्सीजन गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

11.7.2 ऑक्सीजन के रासायनिक गुण (Chemical properties of oxygen)

ऑक्सीजन गैस ज्वलनशील नहीं हैं परंतु जलने में सहायक है। फ्लुओरीन के बाद यह सबसे अधिक विद्युत ऋणी तत्व है।

1. **धातुओं तथा अधातुओं के साथ अभिक्रिया–** धातुओं तथा अधातुओं के साथ अभिक्रिया कर ऑक्सीजन गैस ऑक्साइड बनाती है।

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO\uparrow$$

2. **हाइड्रोजन से अभिक्रिया–** ऑक्सीजन और हाइड्रोजन गैसों के मिश्रण में विद्युत–स्फुलिंग करने पर जल बनता है।

$$2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{विद्युत स्फुलिंग}} 2H_2O$$

3. **यौगिकों से अभिक्रिया–** ऑक्सीजन, अमोनिया से अभिक्रिया कर नाइट्रोजन तथा जल बनाती है।

$$4NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2N_2\uparrow + 6H_2O$$

4. **हाइड्रोजन क्लोराइड गैस से अभिक्रिया–** कॉपर क्लोराइड उत्प्रेरक की उपस्थिति में ऑक्सीजन गैस हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को ऑक्सीकृत कर क्लोरीन गैस बनाती है।

$$4HCl + O_2 \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक, } 400^\circ C} 2H_2O + 2Cl_2\uparrow$$

11.7.3 ऑक्सीजन के उपयोग (Uses of oxygen)

1. यह श्वसन तथा दहन क्रियाओं के लिए आवश्यक है, अभिक्रिया में बनी ऊर्जा का जैविक तथा दैनिक प्रक्रियाओं में उपयोग होता है।
2. जीवन के आधारभूत यौगिक, प्रोटीन, वसा और कार्बोहाइड्रेट भी ऑक्सीजन के यौगिक हैं।
3. कई रसायनों (नाइट्रिक अम्ल, सल्यूरिक अम्ल, ओज़ोन आदि) के औद्योगिक उत्पादन में ।
4. द्रव ऑक्सीजन रॉकेट ईंधन के अवयव के रूप में प्रयोग की जाती है।

5. ऑक्सी–हाइड्रोजन ज्वाला (ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन के मिश्रण के जलने से उत्पन्न) तथा ऑक्सी–ऐसीटिलीन ज्वाला (ऑक्सीजन तथा ऐसीटिलीन के मिश्रण के जलने से उत्पन्न) धातुओं को जोड़ने व काटने या वेल्डिंग के काम आती है।

प्रश्न

1. कैल्सियम, लिथियम एवं ऐलुमिनियम की हाइड्रोजन से अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।
2. डिब्बाबंद भोज्य पदार्थों में किस गैस का उपयोग किया जाता है और क्यों?
3. प्रयोगशाला में ऑक्सीजन को पानी से भरी उल्टी परखनली अथवा गैसजार में एकत्रित किया जाता है क्यों?

मुख्य शब्द (Keywords)

उपधातु, उत्प्रेरक, उत्साहक, हैलोजन, अपररूपता, विद्युत ऋणात्मकता, उत्कृष्ट गैस, ऑक्साइड, फ्लुओराइड, नाइट्राइड

हमने सीखा

- तत्वों को धातु, अधातुओं एवं उपधातुओं में बांटा जा सकता है।
- अधातुएँ ठोस, द्रव अथवा गैस तीनों अवस्थाओं में मिलती हैं।
- धातुओं की अपेक्षा अधातुओं की विद्युत ऋणात्मकता अधिक होती है।
- एक ही तत्व के ऐसे अलग–अलग रूप जिनके भौतिक गुण भिन्न–भिन्न होते हैं अपररूप कहलाते हैं। इस प्रकार किसी तत्व की एक ही अवस्था का एक से अधिक रूपों में पाया जाना अपररूपता कहलाता है।
- कार्बन के अपररूप ग्रेफाइट को छोड़कर अन्य सभी अधातुएँ विद्युत की कुचालक होती हैं।
- अधातुएँ ऑक्सीजन से क्रिया कर अधिकतर अम्लीय ऑक्साइड बनाती हैं।
- प्रकृति में हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन द्विपरमाणुक गैस के रूप में मिलती हैं।
- अधातुएँ तथा धातुएँ आपस में अभिक्रिया कर आयनिक यौगिक बनाती हैं।
- अधातुएँ आपस में अभिक्रिया कर सहसंयोजी यौगिक बनाती हैं।
- हाइड्रोजन एक इलेक्ट्रॉन त्याग कर H^+ आयन (प्रथम समूह के तत्वों के समान) तथा एक इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर H^- आयन (सत्रहवें समूह के हैलोजन तत्वों के समान) बनाती है।
- हाइड्रोजन, धात्विक ऑक्साइडों को संगत धातु में अपचयित करती है।
- नाइट्रोजन और हाइड्रोजन 450–500°C एवं 200 वायुमण्डलीय दाब पर लोहा उत्प्रेरक तथा मॉलिब्डेनम उत्साहक की उपस्थिति में अमोनिया बनाती हैं।

अभ्यास

1.सही विकल्प चुनिए–

(i) निम्नलिखित ऑक्साइड में से किसका जलीय विलयन अम्लीय होगा?

(अ) Na_2O (ब) CO_2

(स) MgO (द) H_2O

(ii) निम्नलिखित में से कौन सा तत्व अपररूपता नहीं दिखाता–

(अ) सोडियम (ब) ऑक्सीजन

(स) सल्फर (द) फॉस्फोरस

(iii) निम्नलिखित में से उपधातु है–

(अ) ऑक्सीजन (ब) हीलियम

(स) मैग्नीशियम (द) आर्सेनिक

(iv) उत्कृष्ट गैसें अन्य तत्वों से क्रिया नहीं करतीं क्योंकि–

(अ) वे एक परमाण्विक गैसें हैं (ब) परमाणु का आकार छोटा होता है

(स) बाह्य कक्ष पूर्ण रूप से भरा रहता है (द) अधिक मात्रा में पाई जाती हैं

(v) पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म करने पर प्राप्त होने वाली गैस है–

(अ) नाइट्रोजन (ब) ऑक्सीजन

(स) हाइड्रोजन (द) हीलियम

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए –

(i) सबसे अधिक विद्युत ऋणात्मक तत्व ..... है। (क्लोरीन/फ्लुओरीन)

(ii) कार्बन ऑक्सीजन की अपेक्षा ..... विद्युत ऋणात्मक है। (कम/अधिक)

(iii) आवर्त सारणी में अधातुएँ ..... ओर पाई जाती हैं। (बायीं/दायीं)

(iv) दानेदार जिंक की तनु अम्ल अथवा क्षार से अभिक्रिया द्वारा ..... गैस प्राप्त होती है। (हाइड्रोजन/नाइट्रोजन)

3. अधातुओं एवं धातुओं के भौतिक गुणों की तुलना कीजिए।

4. दिए गए तत्वों के ऑक्साइड एवं क्लोराइड बनने की अभिक्रिया के संतुलित समीकरण दीजिए– हाइड्रोजन, फॉस्फोरस, सोडियम, मैग्नीशियम

5. नाइट्रोजन और हाइड्रोजन की आपस में अभिक्रिया का समीकरण तथा अभिक्रिया की परिस्थितियाँ लिखिए।

6. हीलियम, निऑन, क्रिप्टॉन, ऑर्गान, ज़ीनॉन और रेडॉन को अक्रिय गैसें क्यों कहा जाता है?

7. हाइड्रोजन के निम्नलिखित औद्योगिक उपयोगों को समझाइए–

(क) जलने पर ताप उत्पन्न होना

(ख) उत्प्रेरक की उपस्थिति में वनस्पति तेलों से अभिक्रिया

8. पोटैशियम परमेंगनेट को गर्म करने पर क्या होता है समीकरण सहित समझाइए।

9. दानेदार जिंक की तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा गैस A बनती है यह गैस ऑक्साइड B से अभिक्रिया कर उसे कॉपर धातु में अपचयित कर देती है। उपरोक्त अभिक्रियाओं के समीकरण तथा A व B के नाम लिखिए।

10. सेवती ने सल्फर चूर्ण को उद्दहन चम्मच में लेकर गर्म कर, बनी हुई गैस को परखनली में एकत्रित किया। परखनली में एकत्रित गैस के समीप गीला लाल तथा नीला लिटमस पेपर ले जाने पर उनके रंग में क्या परिवर्तन होगा और क्यों? समझाइए। उपरोक्त अभिक्रियाओं का रासायनिक समीकरण लिखिए।

11. निम्नलिखित क्रियाकलाप हाइड्रोजन के किन गुणों को दर्शाते हैं–

(i) हाइड्रोजन गैस से भरा गुब्बारा उड़ता है।

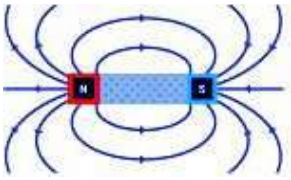
(ii) हाइड्रोजन से भरे गैसजार के मुँह के समीप जलती तीली ले जाने पर पॉप की आवाज होती है।

12. यौगिक X जिसका उपयोग पीने के लिए किया जाता है का pH 7 है। इसके अम्लीय विलयन के विद्युत अपघटन से गैस Y तथा Z उत्पन्न होती है। Y का आयतन Z की तुलना में दो गुना होता है। Y तीव्र ज्वलनशील होती है जबकि Z जलने में सहायक है। X, Y तथा Z को पहचानिए तथा उपरोक्त अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।

अध्याय–12

विद्युत के चुंबकीय प्रभाव

(MAGNETIC EFFECT OF ELECTRICITY)

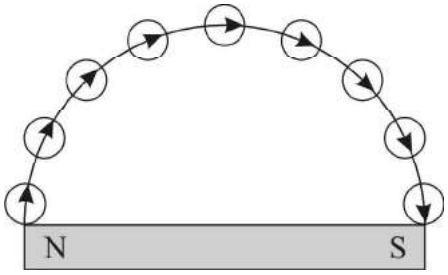


आप पिछली कक्षाओं में विद्युत और चुम्बक के अध्यायों का अध्ययन कर चुके हैं। आपको जानकर यह आश्चर्य होगा कि ये दोनों एक ही घटना के दो पहलु हैं, अर्थात् जहां विद्युत आवेश गतिशील होंगे वहां चुम्बकीय क्षेत्र होगा। जहां परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र होगा वहां किसी न किसी रूप में आवेश मौजूद होंगे। आप चुम्बक और चुम्बकीय सूई से परिचित हैं।

आप ने चुंबक के विभिन्न गुणों का अध्ययन पिछली कक्षाओं में किया है। उन गुणों को सूचीबद्ध कीजिए।

12.1 चुंबकीय क्षेत्र और चुंबकीय बल रेखा (Magnetic Field and Magnetic Lines of Force)

छड़ चुंबक के समीप एक छोटी चुंबकीय सुई रखें। यह चुंबकीय सुई घूमकर एक निश्चित दिशा में रूकती है जिससे यह पता चलता है कि चुंबकीय सुई पर एक बल लगा है और वह सुई उसके कारण एक निश्चित दिशा में घुमकर रूक जाती है।



चित्र–1 : चुंबकीय बल रेखा

चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें चुंबकीय सुई पर बल लगता है और वह घूमकर एक निश्चित दिशा में ठहरती है चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। चुंबकीय क्षेत्र को चुंबकीय बल रेखा से दर्शाया जाता है।

चुंबकीय क्षेत्र में चुंबकीय सुई को एक बिन्दु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में सुई की दिशा लगातार बदलती रहती है। जब इसको चुंबक के उत्तरी ध्रुव से दक्षिण ध्रुव की ओर ले जाएं तो एक वक्र पथ बनता है। यह वक्र पथ ही चुंबकीय बल रेखा कहलाता है।

इन बल रेखा के किसी बिन्दु पर खीचीं गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा बतलाती है। चुंबकीय बल रेखाओं के निम्न गुण होते हैः–

1. बाह्य मार्ग में ये चुंबक के उत्तरी ध्रुवों से प्रारंभ होकर दक्षिणी ध्रुवों तक जाती है।
2. ये चुंबक के भीतर दक्षिणी ध्रुव से उत्तरी ध्रुव की ओर होती है।
3. सम्पूर्णतः ये बंद वक्र है।
4. ये एक–दूसरे को कभी नहीं काटती है।
5. ध्रुवों पर चुंबकीय बल रेखा पास–पास होती है जिससे यह पता चलता है कि ध्रुवों पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता अधिक तथा अन्य भाग में कम होती है।

आप भी चुंबक के चुंबकीय क्षेत्र को दर्शा सकते हैं। आइए इसके लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–1

आवश्यक सामग्री–ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, ड्राइंग पिन या गोंद, छड़, चुंबक, लोहे का बुरादा।

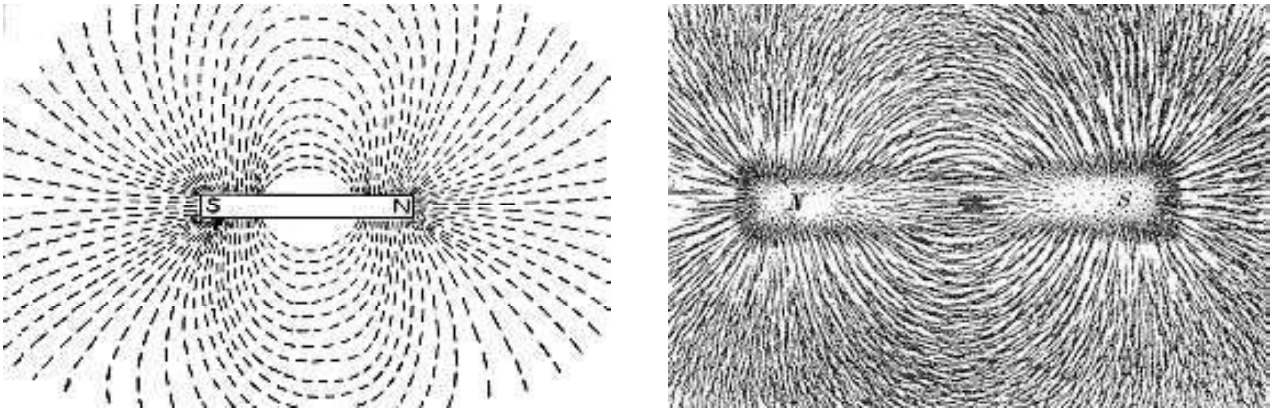
विधि : 1. सर्वप्रथम एक सफेद कागज को ड्राइंग बोर्ड पर ड्राइंग पिन की मदद से लगाइए।

2. इस कागज के बीचों बीच छड़ चुंबक रखिए।

3. अब चुंबक के चारों तरफ समान रूप से लोहे की बुरादा छिड़किए।

4. अब ड्राइंग बोर्ड को उंगलियों की मदद से हल्के से थपथपाइए।

आप क्या देखते हैं उसे नोट कीजिए।



चित्र–2 : चुंबकीय क्षेत्र

आप देखेंगे कि चुंबक के कारण लोहे के बुरादे पर बल लगेगा और वे एक निश्चित आकृति ग्रहण कर लेते हैं। इस तरह किसी चुंबक के चारों ओर का वह क्षेत्र जहाँ उसके बल का अनुभव किया जा सकता है, उस चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र कहलाता है। वे रेखाएँ जिनकी दिशा में लोह चूर्ण स्वयं व्यवस्थित हो जाता है, चुंबकीय बल रेखाएँ कहलाती है।

आइए इन बल रेखाओं को चुंबकीय सुई की मदद से खींचने का प्रयास करें।

क्रियाकलाप–2

चुंबक के उत्तरी ध्रुव को उत्तर की ओर रखकर चुंबकीय बल रेखाएँ खींचना।

आवश्यक सामग्री– ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, चार ड्राइंग पिन, सेलोटेप, चुंबकीय सुई, कील आदि।

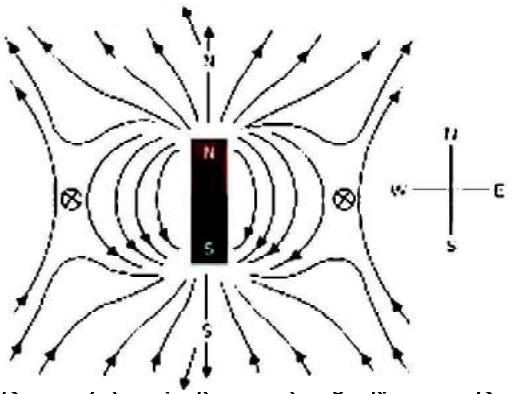
विधि : 1. मेज पर ड्राइंग बोर्ड रखिए।

2. उस पर सफेद कागज चार ड्राइंग पिन या सेलोटेप की मदद से लगाइए।

3. देख लीजिए कि आस–पास कोई भी चुंबकीय पदार्थ न हो।

4. कागज के मध्य में लंबाई में एक रेखा खीचिए, इस रेखा पर चुंबकीय सुई रखिए। बोर्ड को इस प्रकार घुमाइए कि चुंबकीय सुई इस रेखा के सीध में आ जाये। अब उत्तर–दक्षिण की दिशा में यह रेखा आ जाती है, इसके उत्तरी सिरे पर N तथा दक्षिणी सिरे पर S लिख दीजिए। इस स्थिति से बोर्ड हिलना नहीं चाहिए।

5. कागज के मध्य में चुंबक को इस प्रकार रखिए कि चुंबक का ठीक मध्य भाग इस रेखा के सीध में हो जैसा कि [चित्र–3 (अ)] में तथा चुंबक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर चुम्बक की स्थिति तय हो जाने पर पेंसिल से चुंबक की सीमा रेखा बना दीजिए।



चित्र–3 (अ) : चुंबकीय बल रेखाएँ खींचना जबकि चुंबक का उत्तरी ध्रुवों भौगोलिक उत्तर की ओर हो

6. चुंबक के उत्तरी ध्रुवों के समीप जहाँ से बल रेखा खींचनी प्रारंभ करनी है वहाँ पेसिंल से एक बिन्दु बना लीजिए। चुंबकीय सुई को यहाँ इस प्रकार रखिए, जिससे उसका दक्षिणी सिरा इस बिन्दु की सीध में हो। पेंसिल से उसके (चुंबकीय सुई) सिरे की सीध में निशान (बिन्दु) बना दीजिए। चुम्बकीय सुई को उठाकर उसके दक्षिणी सिरे को नये बिन्दु की सीध में रखिए, सुई के दूसरे सिरे को सीध में एक ओर बिन्दु बनाइए, इस प्रकार चुंबक सुई को आगे बढ़ाते हुए चुंबक के दक्षिणी ध्रुवों तक विभिन्न बिन्दु प्राप्त कीजिए। कोई सुझाव हो तो बताएँ

7. अब इन बिन्दुओं से गुजरती हुई एक पतली वक्र रेखा खीचिए।

8. इस पर उत्तर से दक्षिण ध्रुव की ओर तीर का निशान बना लीजिए, यह एक बल रेखा हुई।

9. इसी प्रकार उत्तरी ध्रुव के समीप दूसरे प्रारंभिक बिन्दु से अन्य बल रेखाएँ खीचिए। ये बल रेखाएँ चित्र–3 (अ) की भांति प्राप्त होती हैं। प्रयोग में हम देखते हैं कि बिन्दु P व बिन्दु Q के चारों ओर से बल रेखाएँ वक्रीय चतुर्भुज बनाती हैं।

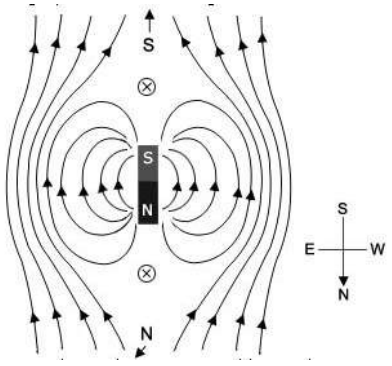
10. इस चतुर्भुज के अंदर विभिन्न बिन्दुओं पर चुंबकीय सुई रखते हैं तथा उसके नजदीक लोहे की कील या आलपिन लाने पर सुई उसकी ओर आकर्षित होती है तथा उसको घुमाने पर सुई भी उसी दिशा में घूमती हैं। कील हटाने पर यदि सुई उसी स्थिति में रहे तो यह बिन्दु उदासीन बिन्दु कहलायेगा।

उदासीन बिन्दु (Neutral point)

हम जानते हैं कि पृथ्वी एक चुंबक की तरह व्यवहार करती है और इस कारण पृथ्वी का भी चुंबकीय क्षेत्र होता है। जब किसी चुंबक को किसी स्थान पर रखते हैं तो उसके आस–पास के स्थानों पर दो चुंबकीय क्षेत्र कार्य करते हैं। पहला चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र व दूसरा पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र। इस क्षेत्र में चुंबकीय बल रेखा दोनों क्षेत्रों के परिणामी बल के कारण होती है। इस क्षेत्र में एक ऐसा बिन्दु जिस पर चुंबक के कारण चुंबकीय क्षेत्र और पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र समान व विपरीत हो वह बिन्दु उदासीन बिन्दु कहलायेगा। जैसा कि चित्र 3 (अ) में बिन्दु P व Q है।

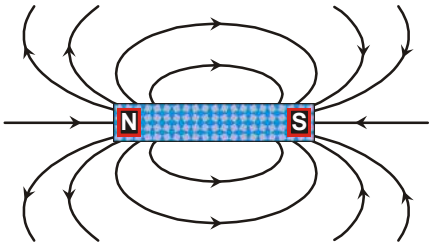
विभिन्न स्थितियों में खींची चुंबकीय बल रेखाओं की आकृति निम्नानुसार है–(चित्र–3 (ब), चित्र–4 (अ), (ब), (स), (द)

चुंबकीय क्षेत्र सदिश राशि है इसकी दिशा वह मानी जाती है जिसके अनुदिश एकांक उत्तरी ध्रुव उस क्षेत्र के भीतर गमन करता है। इसीलिए चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ चुंबक के उत्तरी ध्रुवों से प्रारंभ होती है व दक्षिण ध्रुवों पर विलीन हो जाती है तथा चुंबक के भीतर दक्षिण ध्रुवों से उत्तरी ध्रुवों की ओर जाती है। अतः ये बंद वक्र होती है।

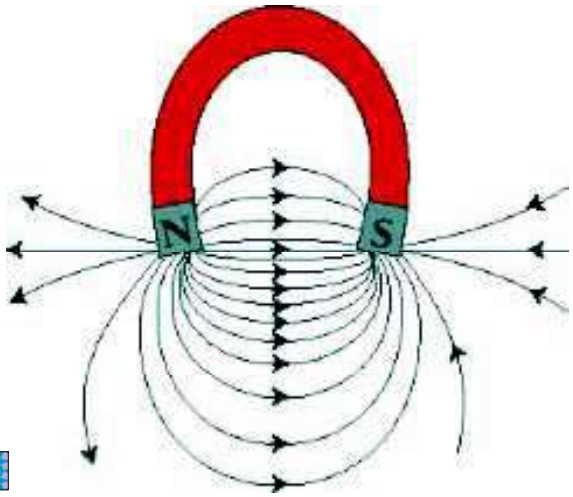


चित्र–3 (ब) : चुम्बकीय बल रेखाएँ जब चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखा हो

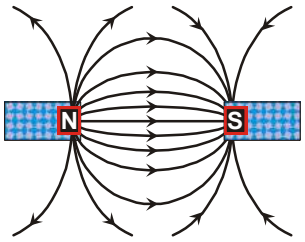
ये वक्र रेखाएँ एक–दूसरे को काटती नहीं है यदि वे ऐसा करती है तो इसका अर्थ ये होगा कि उस बिन्दु पर सुई दो दिशाओं की ओर संकेत करेगी जो कि संभव नहीं है।



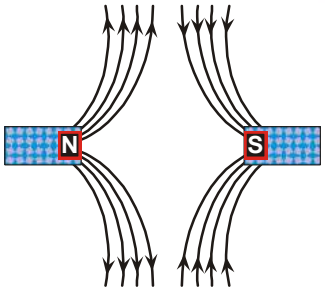
(अ) दण्ड चुम्बक में चुंबकीय बल रेखाएँ



(द) नाल चुंबक की बल रेखाएँ



(ब) असमान ध्रुवों को आमने सामने रखने पर बल रेखाएँ



(स) समान ध्रुवों को आमने सामने रखने पर बल रेखाएँ

चित्र–4 (अ) (ब), (स) व (द) : दण्ड चुम्बक व नाल चुम्बक में चुम्बकीय बल रेखाएँ

प्रश्न

1. चुंबकीय बल रेखाएँ क्या हैं?
2. चुंबकीय बल रेखाओं के गुण लिखिए।

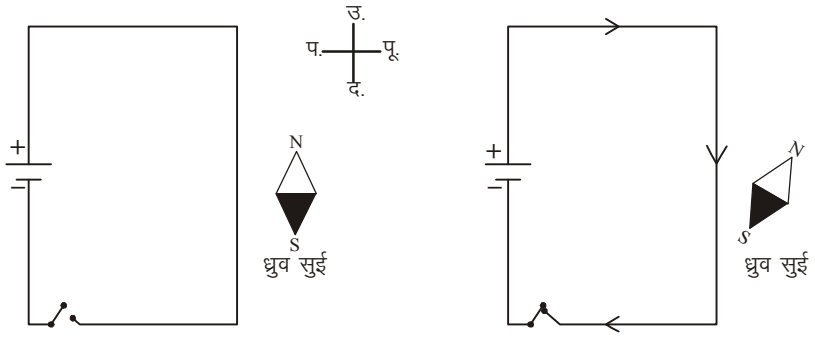
12.2 धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to current carrying conductor

एच.सी. ओरस्टेड

सर्वप्रथम 1810 में डेनमार्क के वैज्ञानिक एच.सी. ओरस्टेड ने विद्युत चुंबकीय प्रभाव को देखा था।

जब किसी चालक तार में धारा प्रवाहित करते हैं तो उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इसको देखने के लिए एक चालक तार (जैसे तांबे का) लें। उसके दोनों सिरों को बैटरी के दो सिरो से, संयोजन तार से जोड़िए। तांबे के तार के समीप एवं समानांतर एक चुंबकीय सुई रखिए। परिपथ के पूरा होने पर (चित्र 8) तांबे के तार में से विद्युत धारा का प्रवाह होने लगता है और चुंबकीय सुई में विक्षेप दिखाई देता है। इससे पता चलता है कि किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित करने पर चालक के चारों तरफ चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। तार में धारा बढ़ाने पर विक्षेप बढ़ जाता है तथा धारा की दिशा बदलने पर विक्षेप की दिशा भी बदल जाती है। धारा बंद करने पर विक्षेप शून्य हो जाता है। अतः चालक तार के चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र विद्युत धारा का प्रभाव है।

XF1A2A



(अ) जब धारा न बहे तो विक्षेप शून्य (ब) जब धारा बहे तो सुई में विक्षेप

चित्र–5 : चालक में धारा प्रवाह पर विक्षेप

12.3 सीधे चालक तार से विद्युतधारा प्रवाहित होने के कारण चुम्बकीय क्षेत्र

(current carrying Magnetic Field due to a straight current carrying conductor)

जब किसी चालक तार से विद्युतधारा प्रवाहित होती है तो उसके आस–पास उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की आकृति कैसे तय होती है? क्या यह आकृति चालक तार की आकृति पर निर्भर करती है? इसकी जाँच करने के लिए हम एक क्रियाकलाप करेंगे।

क्रियाकलाप–3

आवश्यक सामग्री– एक बैटरी 6V, एकमार्गी दाब कुंजी, आयताकार कार्ड बोर्ड का टुकड़ा, एक लंबा सीधा मोटा तांबे के तार का टुकड़ा, लोहे का बुरादा आदि।

विधि : 1. एक आयताकार कार्डबोर्ड का टुकड़ा लीजिए।

2. इसके ठीक मध्य में कार्डबोर्ड के तल के अभिलंबवत एक छोटा छेद कर उसमें तांबे के तार को प्रविष्ट कराइए। यह सावधानी रखिए कि कार्डबोर्ड तार में स्थिर रहें ऊपर नीचे हिले डुले नहीं।

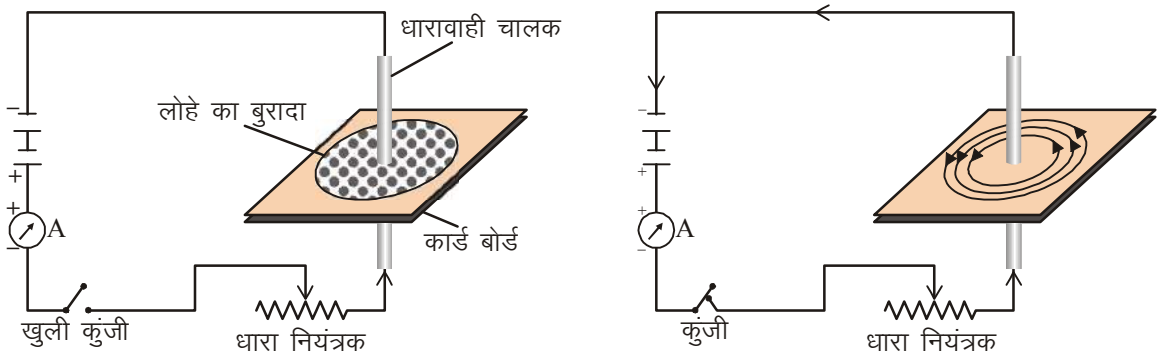
3. चित्र–6 के अनुसार तार को बैटरी व कुंजी से (तार को) जोड़िए।

4. तार के चारों ओर पर बहुत निकट कुछ लौह चूर्ण को कार्डबोर्ड पर छिड़किए और उसके (बोर्ड के) किनारे पर एक छोटी चुंबकीय सुई रखिए।

5. कुंजी लगाकर परिपथ को बंद कीजिए ताकि तांबे के तार से धारा प्रवाहित हो। अब हल्का सा कार्डबोर्ड को थपथपाएँ। आप पायेंगे कि लौह चूर्ण एक निश्चित आकृति में व्यवस्थित हो जाता है तब चुंबकीय सुई एक निश्चित दिशा में घूम जाएगी।

लौह चूर्ण तार के चारों ओर संकेद्री वृत्तों के रूप में फैल जाता है और वृत्ताकार आकृति बना लेता है वृत्तों पर अंकित तीर चुंबकीय क्षेत्र की दिशाओं को व्यक्त करते हैं।

अब यही क्रियाकलाप धारा की दिशा बदलकर कीजिए आप क्या पाते है।



चित्र–6 : सीधे चालक तार में बहने वाली धारा के चुंबकीय क्षेत्र

चित्र–6 में चालक तार व बैटरी के मध्य धारा नियंत्रण व अमीटर लगाइए। अब तांबे के तार में प्रवाहित विद्युतधारा के परिमाण को बदलें और चुंबकीय सुई के किसी दिए गए बिंदु पर रखें तो विक्षेप पर क्या प्रभाव पड़ता है। आप पायेंगे कि जब विद्युत धारा के परिमाण में वृद्धि होगी तो विक्षेप में भी वृद्धि होगी।

यदि तांबे के तार में विद्युतधारा का परिमाण वही रहे परन्तु चुंबकीय सुई को तार के नजदीक लाएँगे तो चुंबकीय सुई का विक्षेप बढ़ जायेगा। आप देखते हैं कि तार के नजदीक का संकेंद्री वृत्त छोटा व दूर का संकेंद्री वृत्त का आकार बड़ा होता है।

12.4 चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए दाहिने हाथ का नियम (Right hand rule for direction of magnetic field)

सीधे धारावाही चालक तार में बहने वाली धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र को दाहिने हाथ के नियम से आसानी से ज्ञात किया जाता है। कल्पना कीजिए कि जब आप दाहिने हाथ में धारावाही चालक तार को इस प्रकार पकड़े हुए हैं कि आपका अगूँठा धारा की दिशा में है तो मुड़ी हुई उँगलियाँ चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करेंगी। जैसा कि चित्र–7 में दर्शाया गया है।

चित्र–7 : दाहिने हाथ का नियम

प्रश्न

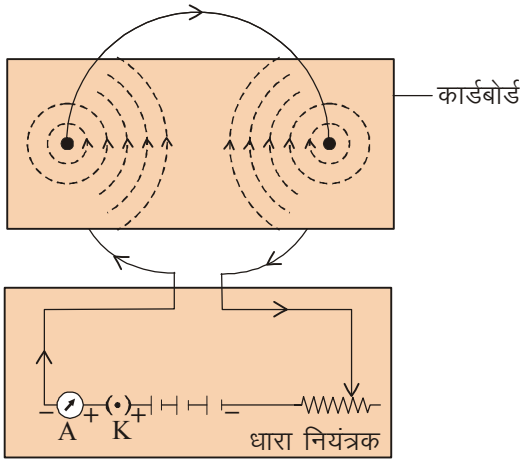
1. सीधे धारावाही चालक तार में धारा के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की बल रेखाएँ खीचिए।
2. किसी चालक तार में पूर्व से पश्चिम दिशा की ओर धारा प्रवाहित हो रही है। तब इसके ठीक नीचे के किसी बिन्दु पर तथा इसके ठीक ऊपर के किसी बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा क्या होगी?

12.5 वृत्तीय धारावाही चालक के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to circular current carrying conductor)

हमने सीधे धारावाही चालक तार के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की आकृति देखी है। अब मान लीजिए आप इस तार को मोड़कर एक वृत्ताकार रूप में मोड़कर इसमें विद्युतधारा प्रवाहित करें, तब इसके द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की आकृति देखें।

इसके लिए वृत्ताकार लूप को एक पतली कार्डबोर्ड शीट में लगा देते हैं। (चित्र–8) तार के वृत्ताकार लूप में से जब धारा प्रवाहित की जाती है तो कार्डबोर्ड पर पुनः लोहे का बुरादा डाले तब तार (चित्र–8) के चारों ओर नजदीक में वृत्ताकार चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ बन जाती हैं। जैसे–जैसे हम केन्द्र से दूर जाते हैं चुंबकीय क्षेत्र रेखाओं को दर्शाने वाले संकेन्द्री वृत्त बड़े होते जाते हैं तथा केन्द्र से अधिक दूरी पर सरल रेखा जैसे प्रतीत होते हैं।

दाएँ हाथ का नियम लगाकर यह देखा जा सकता है कि धारा ले जाने वाले वृत्ताकार तार का प्रत्येक भाग वृत्ताकार तार के अंदर समान दिशा में चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ उत्पन्न करता है तथा केन्द्र पर सभी चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ समान एवं एक ही दिशा में होती है और इसके कारण चुंबकीय क्षेत्र के परिमाण में वृद्धि होती है।



चित्र–8 : धारावाही वृत्ताकार लूप या कुंडली के कारण चुंबकीय क्षेत्र

आइए इसके लिए क्रियाकलाप करें–

क्रियाकलाप–4 :

आवश्यक सामग्री– आयताकार कार्डबोर्ड, विद्युतरोधी कॉपर तार के कई फेरों (50) की बनी वृत्ताकार कुंडली, धारा नियंत्रक, बैटरी (6 वोल्ट), दाब कुंजी, अमीटर।

विधि : 1. एक आयताकार कार्डबोर्ड लीजिए, जिसमें दो छिद्र हों।

2. इसमें एक ऐसी विद्युतरोधी कॉपर तार के कई फेरों की बनी एक वृत्ताकार कुंडली लगाएँ, जो उस कार्डबोर्ड के तल के अभिलंबवत हो।

3. चित्र–8 में दर्शाए अनुसार कुंडली के श्रेणीक्रम में बैटरी, कुंजी धारा नियंत्रक व अमीटर लगाए।

4. कार्डबोर्ड पर लोहे का बुरादा एक समान रूप से फैलाएँ।

5. कुंजी लगाकर परिपथ पूरा कीजिए।

6. कार्डबोर्ड को हल्के से थपथपाएं। कार्डबोर्ड पर जो आकृति बनती दिखाई दे उसका अवलोकन कीजिए।

हमने जाना है कि किसी धारावाही चालक के कारण किसी दिए गए बिन्दु पर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता प्रवाहित विद्युतधारा के समानुपाती होता है। यदि हमारे पास n फेरों की कुंडली है तो उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता n गुना होगा। इसका कारण यह है कि प्रत्येक फेरे में विद्युत धारा के प्रवाह की दिशा समान है।

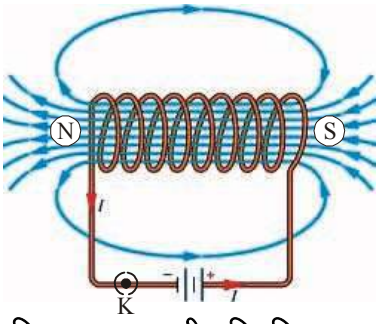
वृत्ताकार कुंडली की त्रिज्या कम कर पुनः इस क्रियाकलाप को दुहरायें। धारावाही कुंडली पतले डिस्क चुंबक के रूप में व्यवहार करता है जिसका एक फलक उत्तरी ध्रुव और दूसरा फलक दक्षिणी ध्रुव होता है।

12.6 परिनालिका के कारण चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic field due to solenoid)

XFA63X

परिनालिका विघुतरोधी तांबे के तार की अधिक फेरों वाली बेलनाकार आकृति की कुंडली होती है। चित्र–9 परिनालिका को दर्शाता है जिसके दो सिरे कुंजी द्वारा बैटरी से जुड़े हैं जब विद्युतधारा परिनालिका से प्रवाहित की जाती है, तब उसके चारों ओर चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न करती है। चित्र–9 के चुंबकीय क्षेत्र आकृति की तुलना चित्र–4 (अ) से प्राप्त चुंबकीय आकृति से कीजिए।

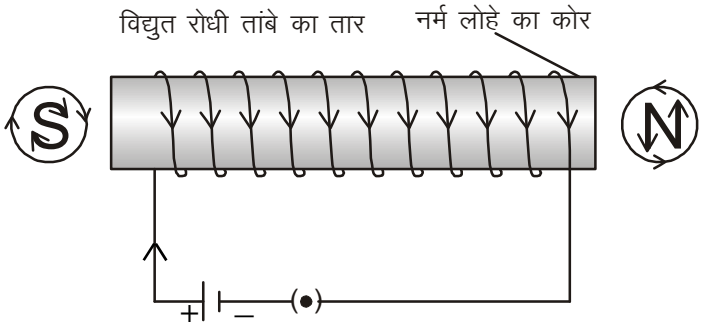
ये दोनों आकृति एक जैसे प्रतीत होती हैं। इस तरह धारावाही परिनालिका द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र छड़ चुंबक द्वारा उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र के समान है अतः धारावाही परिनालिका एक छड़ (दण्ड) चुंबक की भांति व्यवहार करती है जिसका एक सिरा उत्तरी ध्रुव (N) तथा दूसरा सिरा दक्षिण ध्रुव (S) की भांति व्यवहार करता है परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र रेखाएँ समानांतर सरल रेखाओं के रूप में होती है जो यह बताता है कि परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र एक–समान होता है।



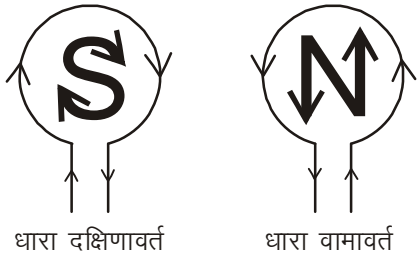
चित्र–9 : धारावाही परिनालिका का चुंबकीय क्षेत्र

परिनालिका के भीतर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग किसी चुंबकीय पदार्थ जैसे नर्म लोहे को परिनालिका के भीतर रखकर चुंबक बनाने में किया जा सकता है। (चित्र–10 (अ)) इस प्रकार बने चुंबक को विद्युत चुंबक कहते हैं।

चालक तार को मोडने से बनी वृताकार आकृति को पाश या लूप कहते है



चित्र–10 (अ) : विद्युत चुंबक



चित्र–10 (ब) : विद्युत चुंबक

कुंडली का वह तल जहाँ धारा की दिशा दक्षिणावर्त (Clockwise) होती है, दक्षिण ध्रुव (S) की तरह व्यवहार करता है। कुंडली का वह तल जहाँ धारा की दिशा की वामावर्त (Anti clockwise) होती है, उत्तर ध्रुव की तरह व्यवहार करता है।

प्रश्न

1. मेज के तल पर रखे तार के वृत्ताकार लूप पर विचार कीजिए। मान लीजिए इस लूप में वामावर्त दिशा में विद्युत धारा प्रवाहित हो रही है। इस पाश के भीतर तथा बाहर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात कीजिए?
2. किसी दिए गए क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र एक–समान है। इसे निरूपित करने के लिए आरेख खींचिए?

12.7 चुंबकीय क्षेत्र में किसी विद्युत धारावाही चालक पर बल (Force on current carrying conductor in Magnetic field)

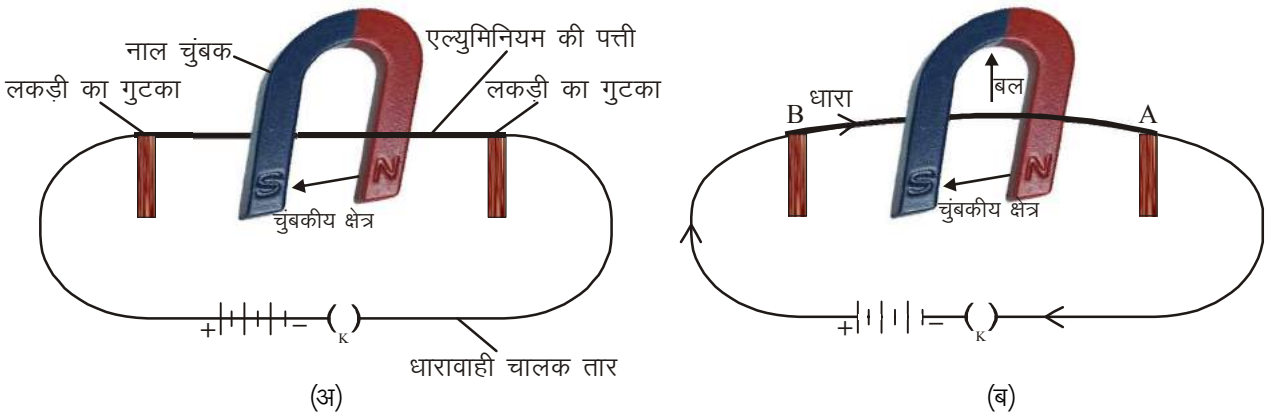
हमने यह जाना है कि किसी चालक में विद्युतधारा प्रवाहित करने पर उसके समीप चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है यह क्षेत्र इस चालक के निकट रखे किसी भी चुंबकीय सुई पर बल आरोपित करता है उसी तरह चुंबकीय सुई को भी धारावाही चालक पर परिमाण में समान परन्तु दिशा में विपरीत बल आरोपित करना चाहिए। किसी धारावाही चालक पर चुंबकीय क्षेत्र के कारण लगने वाले बल को इस क्रियाकलाप द्वारा जाने।

क्रियाकलाप–5

आवश्यक सामग्री : एल्युमिनियम की छोटी छड़, AB संयोजी तार, तांबे का नाल चुंबक, बैटरी, दाब कुंजी, स्टैंड।

विधि : एल्युमिनियम की एक छोटी छड़ को संयोजी तार द्वारा किसी स्टैंड में लटकाइए, चित्र–11।

एक प्रबल नाल चुंबक को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि छड़ नाल चुंबक के ध्रुवों के मध्य में हो तथा चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ऊपर की ओर हो, इसके लिए नाल चुंबक का N ध्रुव छड़ के नीचे तथा S ध्रुव छड़ के ऊपर हो।



चित्र–11 (अ) व (ब) : धारावाही चालक पर बल

- एल्युमिनियम की छड़ में अब धारा भेजिए (B से A ओर)
- धारा भेजने पर आप क्या देखते हैं?
- हम देखते हैं कि धारा प्रवाहित होने पर छड़ प्रभावित होती है।
- अब छड़ में प्रवाहित होने वाले धारा की दिशा बदलिए और आप क्या देखते हैं उसे नोट कीजिए।

इस क्रियाकलाप में छड़ के विस्थापन से हमें यह संकेत मिलता है कि चुंबकीय क्षेत्र में धारावाही चालक पर एक बल आरोपित होता है। इस बल की दिशा धारा बदलने से बदल जाती है।

अब चुंबक के ध्रुव की दिशा को बदलकर भी देखिए कि बल की दिशा बदलती है कि नहीं। हम देखते हैं कि बल की दिशा बदल जाती है।

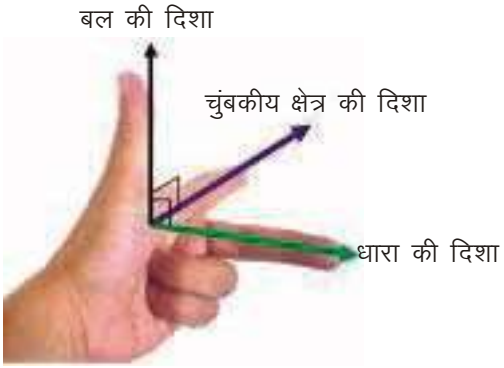
इससे यह पता चलता है कि चालक पर लगने वाला बल, विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा, दोनों पर निर्भर करता है।

इस क्रियाकलाप में हमने विद्युत धारा की दिशा और चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को परस्पर लंबवत रखा और देखा कि बल की दिशा भी इन दोनों के लम्बवत् है।

यह नियम फ्लेमिंग ने दिया।

12.8 फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम (Fleming's left hand rule)

धारावाही चालक को जब चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो धारावाही चालक पर एक बल आरोपित होता है। चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर बल की दिशा ज्ञात करने



चित्र–12 : फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम

के लिए फ्लेमिंग ने बाएँ हाथ का नियम दिया। इस नियम के अनुसार बाएँ हाथ की तर्जनी, मध्यमा और अंगूठा को इस प्रकार फैलाइए कि ये तीनों एक–दूसरे के परस्पर लंबवत हो (चित्र–12) यदि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा, मध्यमा धारा की दिशा को प्रदर्शित करे तो अंगूठा चालक पर लगने वाले बल की दिशा बतायेगा।

विद्युत मोटर, विद्युत जनित्र आदि कुछ ऐसे उपकरण है जिनमें विद्युत धारावाही चालक तथा चुंबकीय क्षेत्रों का उपयोग होता है।

प्रश्न

1. क्रियाकलाप–5 में छड़ A B का विस्थापन (घूमना) किस प्रकार बदलेगा।
   (a) यदि छड़ में धारा की मात्रा बढ़ा दें।
   (b) यदि अन्य प्रबल नाल चुंबक लिया जाए।
   (c) यदि छड़ की लंबाई कम कर दी जाए।

12.9 *विद्युत मोटर* (Electric Motor)

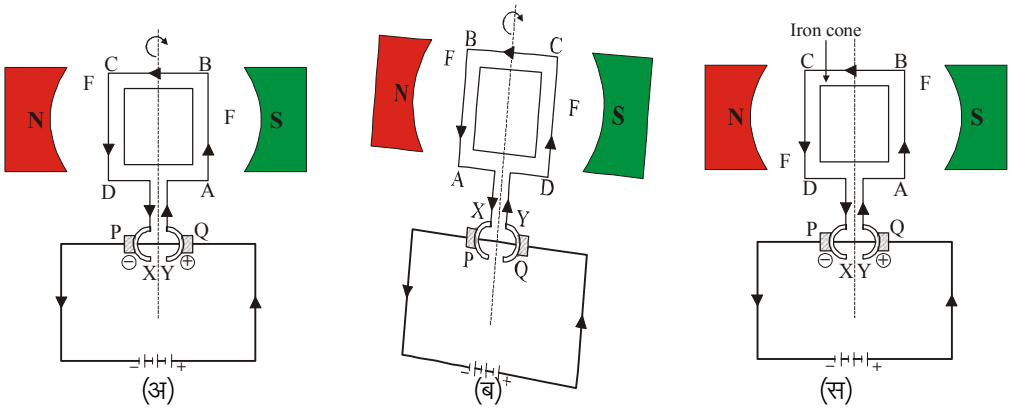
विद्युत मोटर एक ऐसा साधन है जिसमें विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदला जाता है। इसका उपयोग विद्युत पंखों, प्रशीतकों (रेफ्रिजरेटरों) कपड़ा धुलाई मशीनों, कम्प्यूटरों, मिक्सी आदि में किया जाता है। जब विद्युत मोटर दिष्टधारा पर कार्य करता है। इस लिए वह डी.सी. मोटर कहलाता है।

सिद्धांत :

जब किसी आयताकार कुंडली को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है और उसमें धारा प्रवाहित की जाती है तो कुंडली पर बल कार्य करता है जो उसे लगातार घुमाता है। जब कुंडली घूमती है तो उससे संलग्न धूरी भी घूमती है। इस तरह मोटर को दी गयी विद्युत ऊर्जा, घूर्णन की यांत्रिक ऊर्जा (गतिज ऊर्जा) में बदलती है।

मोटर की रचना व क्रियाविधि :

चित्र–13 में दर्शाए अनुसार विद्युत मोटर में विद्युतरोधी तांबे के तारों की एक आयताकार कुंडली ABCD होती है। यह कुंडली प्रबल नाल चुंबक के अवतल बेलनाकार ध्रुवखंडों के बीच इस प्रकार रखी जाती है कि इसकी भुजाएँ A B तथा C D चुंबकीय क्षेत्र की दिशा के लंबवत रहें। कुंडली के दोनों सिरें विभक्त वलय के दो अर्धभाग X तथा Y से संयोजित होते हैं। इन अर्धभागों की भीतरी सतह विद्युतरोधी होती है तथा धुरी से जुड़ी होती हैं। विभक्त वलय के सिरे क्रमशः दो स्थिर चालक ब्रशों P तथा Q से स्पर्श करते है (चित्र–13)



चित्र–13 : सरल विद्युत मोटर

NS- चुम्बकीय ध्रुव खण्ड
ABCD- ताँबे के विद्युतरोधी तार
XY- विभक्त वलय
PQ- कार्बन ब्रश

विधि : बैटरी से चलकर धारा ब्रश Q से होते हुए कुंडली ABCD में प्रवेश करती है तथा चालक P से होते हुए बैटरी के दूसरे टर्मिनल पर वापस भी जाती है। ध्यान दीजिए, कुंडली ABCD में धारा A से B, B से C, C से D की ओर बहती है। अतः AB व CD में धारा परस्पर विपरीत दिशा में होती हैं। इसके कारण AB पर बल नीचे तथा CD पर बल ऊपर की ओर लगता है तथा कुंडली वामावर्त घूर्णन करती है। आधे घूर्णन में Y का संपर्क ब्रश P से होता है तथा X का संपर्क ब्रश Q से होता है। अतः कुंडली में विद्युतधारा DCBA के अनुदिश प्रवाहित होते है।

वह तरीका जो परिपथ में विद्युत धारा के प्रवाह को उत्क्रमित कर देता है उसे दिक्परिवर्तक कहते हैं। मोटर में विभक्त वलय दिक्परिवर्तक का कार्य करता है। विद्युतधारा की दिशा बदलने पर CD तथा AB पर लगने वाले बलों की दिशा भी बदल जाती है जिसके फलस्वरूप कुंडली तथा धुरी का निरंतर घूर्णन होता है।

जिन मोटरों का उपयोग व्यवसायिक कार्यों में होता है उनमें स्थायी चुंबक के बदले विद्युत चुंबक का प्रयोग करते है तथा कुंडली में फेरों की संख्या ज्यादा कर देते है। कुंडली को भी नरम लोहे के टुकड़े पर लपेटते हैं जिसे क्रोड कहते हैं। क्रोड तथा कुंडली दोनों मिलकर आर्मेचर कहलाते हैं जिससे मोटर की शक्ति बढ़ जाती है।

12.10 विद्युत चुंबकीय प्रेरण (Electro Magnetic Induction)

इस अध्याय में हमने यह पढ़ा कि जब कोई धारावाही चालक चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो चालक पर एक बल कार्य करता है। इस बल के कारण चालक गति करने लगता है। अब हम एक ऐसी स्थिति के बारे में सोचे जिसमें किसी चालक को चुंबकीय क्षेत्र में घुमायें तो उस चालक में धारा बहे। इसका सर्वप्रथम अध्ययन माइकल फैराडे ने किया। आइए इस हेतु एक क्रियाकलाप करते है।

XG2T8V

माइकल फैराडे

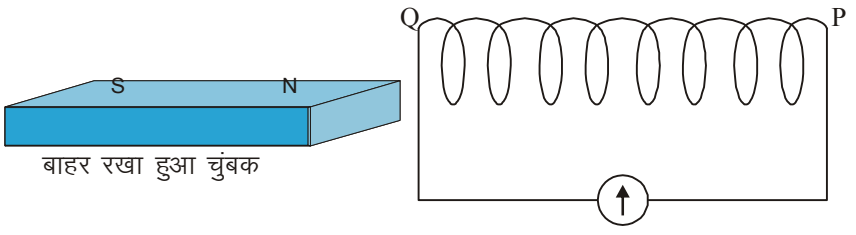
फैराडे को विद्युत चुंबकीय प्रेरण, बल रेखाओं और विद्युत चुंबकत्व के नियमों के लिए जाना जाता है।

क्रियाकलाप–6

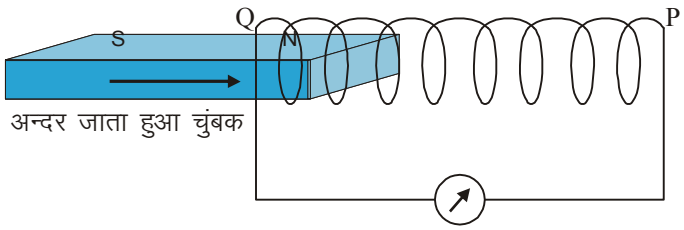
आवश्यक सामग्री : अनेक फेरों वाली तांबे के तार की कुंडली, धारामापी, प्रबल दंड चुंबक।

विधि :

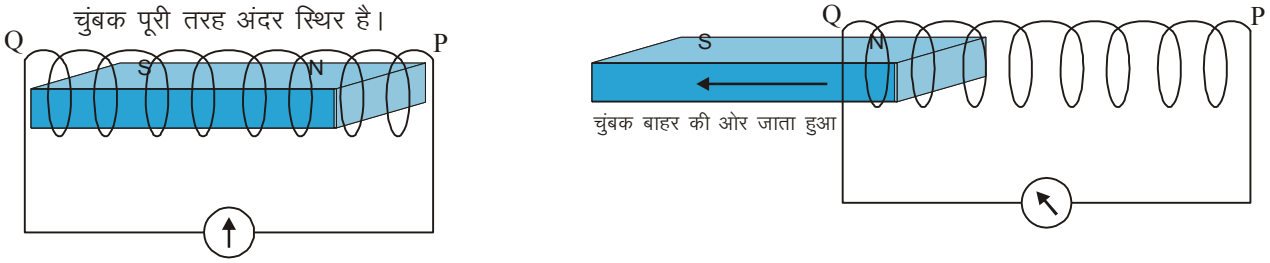
1. अनेक फेरों वाली तार की एक कुंडली PQ लीजिए।
2. कुंडली के दोनों सिरों को किसी धारामापी से चित्र–14 के अनुसार जोडिए।
3. एक प्रबल दंड चुंबक लीजिए तथा इसके उत्तरी ध्रुवों को कुंडली के सिरे Q की ओर ले जाइए। क्या आप धारामापी की सुई में कोई परिवर्तन देखते हैं।



(अ) विद्युत धारा नहीं बहती
(धारामापी में कोई विक्षेप नहीं)



(ब) विद्युत धारा बह रही है
(धारामापी में विक्षेप दायीं तरफ)



(स) विद्युत धारा नहीं बहती
(धारामापी में कोई विक्षेप नहीं)

(द) विद्युत धारा उलटी दिशा में बहती है
(धारामापी में विक्षेप बायीं तरफ)

चित्र–14 : विद्युत चुंबकीय प्रेरण का प्रदर्शन

4. आप धारामापी की सुई में क्षणिक विक्षेप पायेगे यह कुंडली PQ में धारा की उपस्थिति बताता है।
5. जैस ही चुंबक को रोका जाता है धारामापी में फिर विक्षेप शून्य हो जाता है।
6. अब चुंबक के उत्तरी ध्रुवों को कुंडली से दूर ले जाते हैं इस बार कुंडली में पुनः धारा बहती है तथा धारामापी की सुई के विक्षेप की दिशा बदल जाती है।

आप यह जाँच कर सकते हैं कि यदि आप चुंबक के दक्षिण ध्रुव को कुंडली के Q सिरे की ओर गति कराते है तो धारामापी में विक्षेप पहले की स्थिति जिसमें उत्तरीध्रुव को नजदीक लाये थे उससे विपरीत दिशा में होगा।

इस क्रियाकलाप से स्पष्ट है कि जब चुंबक और कुंडली दोनों में से किसी भी एक को गति कराया जाए तो परिपथ में धारा बहती है जिसे प्रेरित धारा कहते हैं तथा इस घटना को विद्युत चुंबकीय प्रेरण कहते हैं।

इस क्रियाकलाप में धारा की दिशा ज्ञात करने हेतु फ्लेमिंग के दाहिने हाथ के नियम का उपयोग करते हैं।

12.11 फ्लेमिंग का दाहिने हाथ का नियम (Fleming's Right hand Rule)

इस नियम के अनुसार दाहिने हाथ के अंगूठा, तर्जनी और मध्यमा को इस तरह फैलायें कि ये एक–दूसरे से समकोण बनायें। (चित्र–15) अपने दाहिने हाथ को इस तरह संयोजित कीजिए कि अँगूठा चालक के गति की दिशा, तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करें तो मध्यमा प्रेरित धारा की दिशा व्यक्त करेगी।

चित्र–15 : फ्लेमिंग का दाहिने हाथ का नियम

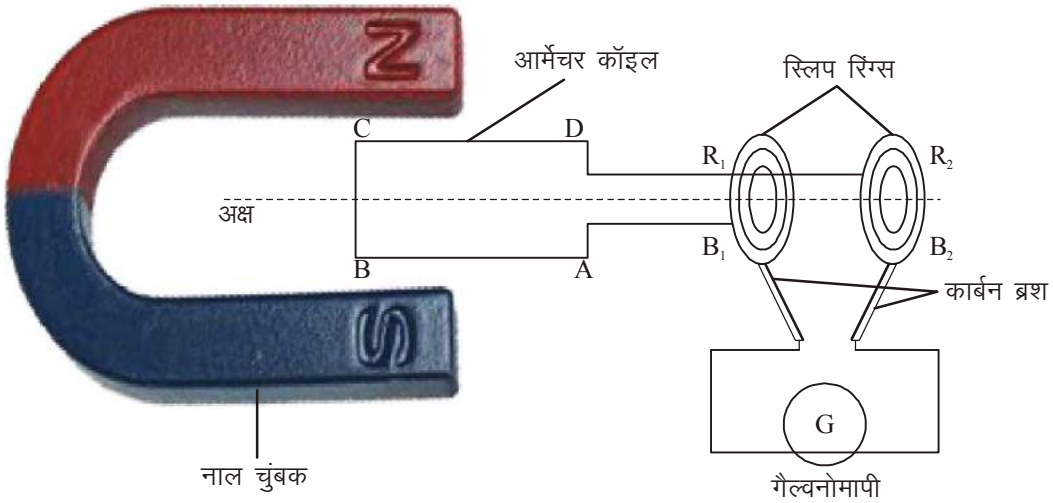
XGKKC6

12.12 डायनेमों या विद्युत जनित्र (Dynamo or Electric Generator)

डायनमों एक ऐसा उपकरण है जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है। यह विद्युत चुंबकीय प्रेरण के सिद्धांत पर काम करता है। इस सिद्धांत का उपयोग घरों तथा उद्योगों के लिए अत्यधिक परिमाण की विद्युत धारा उत्पन्न करने के लिए भी किया जाता है।

बनावट : 1. आर्मेचर– इस हेतु नरम लोहे के टुकड़े पर तांबे के विद्युतरोधी तार के अनेक फेरें आयताकार कुंडली के रूप में लपेटे रहते हैं जैसा कि चित्र–16।

2. क्षेत्र चुंबक – आर्मेचर को प्रबल नाल चुंबको के अवतल NS ध्रुव खंडों के मध्य रखा जाता है।



चित्र–16 : विद्युत जनित्र

विभक्त वलय दिक्परिवर्तक : R_1 व R_2 धातु के बने हुए वलय होते हैं जो भीतर से धुरी से जुड़े होते हैं।

कार्बन ब्रश : स्थिर चालक कार्बन बुशों B_1 तथा B_2 को पृथक–पृथक रूप से क्रमशः वलयों R_1 तथा R_2 पर दबाकर रखा जाता है। कार्बन ब्रशों का संबंध धारामापी से किया जाता है।

विधि : जब दो वलयों से जुड़ी धुरी को इस प्रकार घुमाया जाये कि कुंडली की भुजा AB ऊपर तथा CD भुजा नीचे की ओर हो, तो कुंडली चुंबकीय क्षेत्र में गति करती है तो कुंडली से गुजरने वाली बल रेखाओं की संख्या में परिवर्तन होता है तथा कुंडली में भुजा AB तथा CD में फ्लेमिंग के दाएँ हाथ के नियम (Right hand rule) के अनुसार प्रेरित धारा बहेगी। प्रत्येक सिरे से संबंधित धारा संकलित होकर कुंडली में एक शक्तिशाली धारा का निर्माण करेगी। तब बाह्य परिपथ में धारा ब्रश B_1 से B_2 की ओर बहेगी। अर्ध घूर्णन के पश्चात भुजा CD ऊपर की ओर तथा भुजा AB नीचे की ओर होगी तब भुजाओं में प्रेरित विद्युतधारा DCBA के अनुदिश प्रवाहित होगी। इस प्रकार बाह्य परिपथ में धारा DCBA के अनुदिश ब्रश B_1 से B_2 की ओर बहती है। इस व्यवस्था के साथ धारा एक ही दिशा में बहती है इसे दिष्ट धारा जनित्र कहते हैं।

प्रत्यावर्ती धारा प्राप्त करने हेतु विभक्त वलय के स्थान पर सर्पी वलय का प्रयोग करते हैं जिसके कारण AB भुजा का संबंध सदैव ब्रश B_1 तथा CD भुजा का संबंध ब्रश B_2 से बना रहता है। अतः जब धारा ABCD के अनुदिश बहती है तो बाह्य परिपथ में यह ब्रश B_2 से B_1 तथा जब DCBA के अनुदिश बहती है तो बाह्य परिपथ में B_1 से B_2 की दिशा में धारा बहती है। अतः प्रत्येक अर्धचक्र में घूर्णन के पश्चात क्रमिक रूप से इन भुजाओं के विद्युत धारा की दिशा बदल जाती है। ऐसी विद्युतधारा जो समान समय अंतराल के पश्चात अपनी दिशा

में बदलाव कर लेती है, उसे प्रत्यावर्ती धारा (alternating Current) संक्षेप में AC कहते हैं। विद्युत उत्पन्न करने की इस युक्ति को प्रत्यावर्ती धारा जनित्र कहते है।

प्रश्न

1. विद्युत जनित्र क्या है?
2. विद्युत जनित्र का सिद्धांत लिखिए।
3. विभक्त वलय दिक्परिवर्तक क्या है?

मुख्य शब्द (Keywords)

दिक्सूचक सुई, चुंबकीय क्षेत्र, सीधा चालक, परिनालिका, चुंबकीय बल रेखा, उदासीन बिन्दु, जनित्र या डायनेमो, प्रत्यावर्ती धारा, दिष्ट धारा, विभक्त वलय, दिक परिवर्तक, वलय, मैक्सवैल का नियम, फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम, फ्लेमिंग का दाहिने हाथ का नियम

हमने सीखा

- दिक्सूचक सुई एक छोटा चुंबक होता है जिसका एक सिरा सदैव उत्तर दिशा की ओर संकेत करता है वह उत्तरी ध्रुव कहलाता है तथा दूसरा सिरा जो दक्षिण की ओर संकेत करता है दक्षिण ध्रुवों कहलाता है।
- किसी चुंबक के चारों ओर एक क्षेत्र होता है जिसमें उस चुंबक के बल का पता चलता है।
- किसी चुंबकीय क्षेत्र का निरूपण चुंबकीय बल रेखा द्वारा किया जाता है। चुंबकीय बल रेखा वह निष्कोण वक्र है। जिसके अनुदिश कोई कल्पनातीत एकांक उत्तर ध्रुव गमन करता है।
- जहाँ चुंबकीय क्षेत्र प्रबल होता है वहाँ क्षेत्र रेखाएँ एक–दूसरे के निकट होती है।
- दो बल रेखाएँ एक–दूसरे को नहीं काटती है।
- उदासीन बिन्दु वह है जहाँ पृथ्वी का चुंबकीय क्षेत्र व चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र परिमाण में समान व विपरीत है।
- किसी भी विद्युत धारावाही धातु के तार से एक चुंबकीय क्षेत्र संबंधित होता है। तार के चारों ओर क्षेत्र रेखाएँ अनेक संकेन्द्री वृत्तों के रूप में होती है जिनकी दिशा दाहिने हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।
- परिनालिका विद्युतरोधी तांबे के तार के अनेक फेरों की कुंडली होती है।
- विद्युत चुंबक में नरम लोहे का क्रोड़ होता है जिसके चारों ओर विद्युतरोधी तांबे के तार की कुंडली लपेटी होती है।
- जब किसी धारावाही चालक तार को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो वह बल का अनुभव करता है जिसकी दिशा फ्लेमिंग के बाएँ हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।
- विद्युत मोटर एक ऐसा उपकरण है जो विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है।
- विद्युत मोटर चुंबकीय क्षेत्र में रखे धारावाही चालक पर लगने वाले बल के सिद्धांत पर काम करता है।
- विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना में जब किसी कुंडली से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र के मान में परिवर्तन होता

है तो उसमें प्रेरित धारा प्रवाहित होती है जिसकी दिशा फ्लेमिंग के दाहिने हाथ के नियम से ज्ञात करते हैं।

- विद्युत जनित्र या डायनेमों यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है।
- डायनेमों विद्युत चुंबकीय प्रेरण क सिद्धांत पर काम करता है।

XHTYLB

अभ्यास प्रश्न

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) चुंबकीय बल रेखाएँ निर्धारित करती है–

(अ) चुंबकीय क्षेत्र की आकृति (ब) चुंबकीय क्षेत्र की दिशा

(स) चुंबकीय क्षेत्र की परिमाण (द) चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण व दिशा

(ii) सीधे धारावाही चालकतार के नजदीक चुंबकीय क्षेत्र होता है–

(अ) चालक तार के समानांतर क्षेत्र रेखाएँ

(ब) चालक तार के लबवंत क्षेत्र रेखाएँ

(स) चालक तार के केन्द्र पर संकेन्द्री वृत्तीय रेखाएँ

(द) तार के प्रारंभ में त्रिज्यीय क्षेत्र रेखाएँ

(iii) परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र होता है–

(अ) सभी बिन्दुओं पर अलग–अलग (ब) एक समान

(स) शून्य (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना है–

(अ) किसी वस्तु को आवेशित करना (ब) किसी कुंडली को घुमाने की प्रक्रिया

(स) किसी कुंडली में चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न

(द) कुंडली में प्रेरित धारा उत्पन्न करना जब कुंडली और चुंबक में कोई एक गतिमान हो।

(v) विद्युतधारा उत्पन्न करने का साधन है–

(अ) जनित्र (ब) मोटर

(स) धारामापी (द) अमीटर

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

(i) जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदले वह ..... कहलाता है।

(ii) ..... विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलता है।

(iii) फ्लेमिंग के दाहिने हाथ के नियम से माध्यम से ..... की दिशा ज्ञात करते है।

(iv) फ्लेमिंग के बाये हाथ के नियम से धारावाही चालक पर ..... की दिशा ज्ञात करते है।

(v) मैक्सवैल के दाहिने हाथ के नियम से .....की दिशा ज्ञात करते है।

3. विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना का प्रतिपादन किस वैज्ञानिक ने किया?

4. किसी धारावाही चालक में धारा भेजने पर उसके नजदीक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न होता है इस घटना की पुष्टि सर्वप्रथम किस वैज्ञानिक ने की।
5. फ्लेमिंग का बायें हाथ का नियम लिखिए।
6. विद्युत मोटर का उपयोग किन–किन उपकरणों में किया जाता है? किन्ही तीन के नाम लिखिए।
7. चुंबकीय क्षेत्र को उत्पन्न करने के तीन तरीकों की सूची बनाइए।
8. धारावाही परिनालिका चुंबक की भांति कैसे व्यवहार करती है? क्या आप किसी छड़ चुंबक की मदद से उसके उत्तरी ध्रुवों व दक्षिणी ध्रुवों का निर्धारण कर सकते हैं।
9. चुंबक के तीन प्रमुख गुण लिखिए।
10. चुंबकीय बल रेखा क्या है? उसके तीन प्रमुख गुण लिखिए।
11. दो चुंबकीय बल रेखाएँ एक दूसरे को क्यों नहीं काटती है?
12. विद्युत मोटर का वर्णन निम्नांकित शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए।
    (अ) नामांकित आरेख (ब) सिद्धांत (स) कार्यविधि
13. विद्युत जनित्र का वर्णन निम्नांकित शीर्षकों के अंतर्गत कीजिए।
    (अ) नामांकित आरेख (ब) सिद्धांत (स) कार्यविधि
14. दो वृत्ताकार कुंडली A तथा B एक–दूसरे के नजदीक रखी है यदि कुंडली A में बहने वाली विद्युतधारा में परिवर्तन करें तो क्या कुंडली B में कोई विद्युतधारा प्रेरित होगी कारण सहित लिखिए।
15. कोई विद्युत रोधी तांबे के तार की कुंडली को किसी धारामापी से जोडिए। क्या होगा यदि दंड चुंबक को–
    (अ) कुंडली में धकेला जाए।
    (ब) कुंडली के भीतर स्थिर रखा जाए।
    (स) कुंडली के भीतर से बाहर खीचा जाए।
16. किसी सीधे धारावाही चालक तार में चारों ओर उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की दिशा को निर्धारित करने वाला नियम लिखिए।
17. विद्युत चुंबक बनाइए।

अध्याय–13

प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से

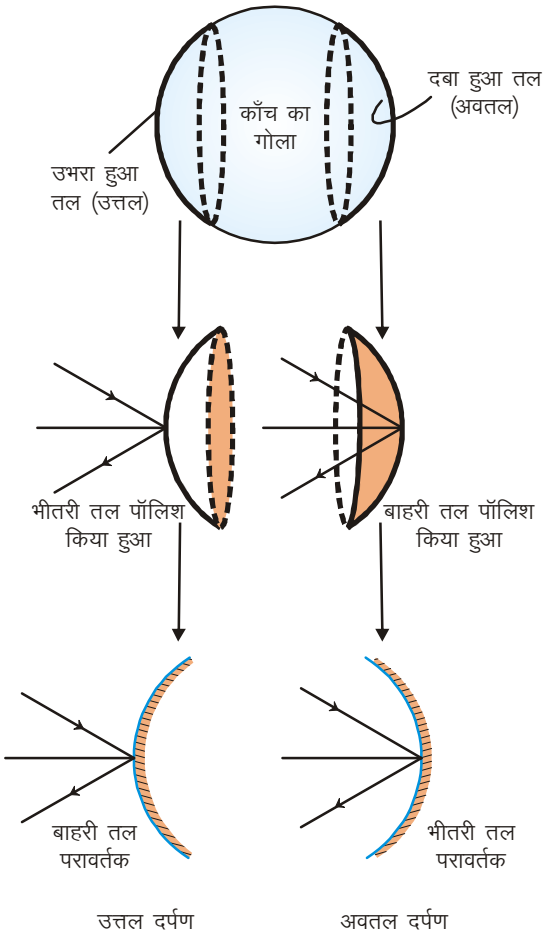
(LIGHT: REFLECTION AND REFRACTION AT SPHERICAL SURFACES)

पिछले अध्याय में हमने समतल सतह से परावर्तन के नियमों के बारे में जाना। हमने समतल सतह द्वारा अपवर्तन की प्रक्रिया को भी कई क्रियाकलापों द्वारा समझा। क्या गोलीय सतहों पर भी परावर्तन व अपवर्तन के वही नियम लागू होते हैं?

इस प्रश्न का उत्तर हम इस अध्याय में समझने का प्रयास करेंगे। साथ ही हम गोलीय दर्पणों व लेंसों के अनुप्रयोगों को भी जानेंगे।

13.1 गोलीय दर्पण

कक्षा–7 में आपने पढ़ा था कि किस प्रकार काँच के खोखले गोले की बाहरी अथवा भीतरी सतह को पॉलिश करके गोलीय दर्पण बनाया जा सकता है। गोले की भीतरी सतह अवतल तथा बाहरी सतह उत्तल कहलाती है। यदि अवतल सतह परावर्तक हो, अर्थात् भीतरी सतह परावर्तक हो, तो गोलीय दर्पण को अवतल दर्पण (concave mirror) कहा जाता है। परंतु यदि बाहरी अथवा उत्तल सतह परावर्तक हो तो ऐसे गोलीय दर्पण को उत्तल दर्पण (convex mirror) कहा जाता है।



चित्र–1 : गोलीय दर्पण का निर्माण

क्रियाकलाप–1

स्टेनलेस इस्पात की एक चमकदार करछुल लीजिए। करछुल के बाहरी पृष्ठ को अपने चेहरे के पास लाइए तथा इसमें देखिए। क्या आप इसमें अपना प्रतिबिंब देख सकते हैं? आपने जैसा प्रतिबिंब समतल दर्पण में देखा था, क्या यह प्रतिबिंब उससे भिन्न है? क्या यह प्रतिबिंब सीधा है? क्या इसका साइज़ वस्तु के साइज़ के समान है अथवा छोटा है या बड़ा है?

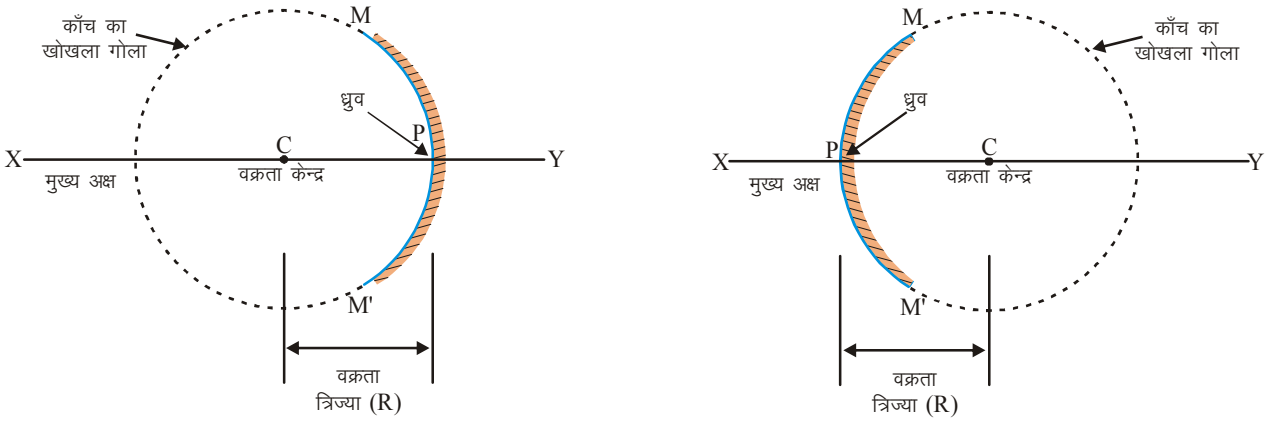
अब करछुल के भीतरी पृष्ठ का उपयोग करके अपना प्रतिबिंब देखिए। हो सकता है इस बार आपको अपना प्रतिबिंब सीधा तथा बड़ा दिखाई दे। यदि आप अपने चेहरे से करछुल की दूरी बढ़ाएं, तो संभव है कि आप अपना उल्टा प्रतिबिंब देख पाएं। अपने चेहरे के स्थान पर, आप अपने पेन अथवा पेंसिल के प्रतिबिंब की भी तुलना कर सकते हैं।

करछुल का वक्र चमकदार पृष्ठ एक दर्पण की भांति कार्य करता है। गोलीय दर्पण वक्रित दर्पण का एक सामान्य उदाहरण है। इसी प्रकार अपने आस–पास अन्य चमकदार वक्रीय सतहों पर बन रहे अपने प्रतिबिंब का अवलोकन करें।

13.1.1 गोलीय दर्पण से जुड़ी कुछ प्रमुख परिभाषाएँ

गोलीय दर्पण के परावर्तक सतह का केंद्र **ध्रुव** (pole) कहलाता है व इसे 'P' अक्षर से प्रदर्शित किया जाता है। यह वक्रीय गोले की सतह पर स्थित होता है। जैसा कि आप जानते हैं, गोलीय दर्पण की परावर्तक सतह एक गोले का भाग है इसलिए गोले का केंद्र वक्रीय दर्पण का **वक्रता केंद्र** (centre of curvature) कहलाता है। इसे 'C' द्वारा प्रदर्शित करते हैं। यह दर्पण का भाग नहीं होता है। गोलीय दर्पण जिस गोले से बना हो, उस गोले की त्रिज्या, दर्पण की **वक्रता त्रिज्या** (radius of curvature) होती है। इसे R द्वारा दर्शाया जाता है। यह ध्रुव तथा वक्रता केंद्र के बीच की दूरी होती है।

ध्रुव तथा वक्रता त्रिज्या से गुज़रने वाली सीधी रेखा **मुख्य अक्ष** (main axis) कहलाती है। यह ध्रुव पर अभिलंब होती है।



चित्र–2

गोलीय दर्पणों से संबंधित एक अन्य पद मुख्य फोकस (main focus) कहलाता है। इसके बारे में जानने के लिए हम एक क्रियाकलाप करेंगे।

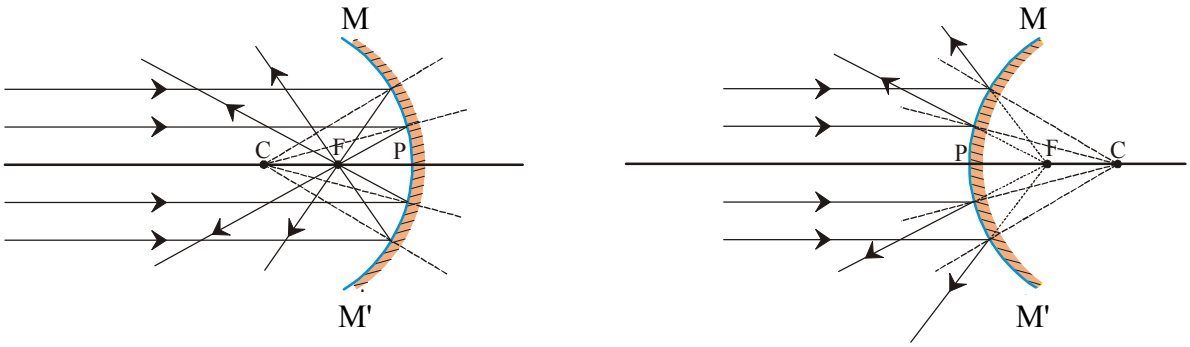
क्रियाकलाप–2

एक अवतल दर्पण लीजिए और उसके परावर्तक पृष्ठ को सूर्य की ओर रखिए। दर्पण सूर्य के प्रकाश को परावर्तित करेगा और इस परावर्तित प्रकाश को हम एक कागज़ पर प्राप्त करने का प्रयास करेंगे। जब तक कागज़ पर प्रकाश का एक चमकदार तीक्ष्ण बिम्ब प्राप्त नहीं हो जाता, कागज़ को आगे पीछे धीरे–धीरे खिसकाएँ। आप यदि कागज़ तथा दर्पण को इसी स्थिति में कुछ मिनट रखते हैं तो क्या होता है?

वास्तव में कागज़ पर बनने वाला यह चमकीला बिंदु सूर्य का प्रतिबिंब है जिसे हम कागज़ अर्थात् पर्दे पर प्राप्त कर रहे हैं। यह प्रतिबिंब वास्तविक प्रतिबिंब (real image) है।

वह बिंदु जिस पर हमें सूर्य का सबसे अधिक तीक्ष्ण प्रतिबिंब प्राप्त होता है, अवतल दर्पण का फोकस बिंदु (focal point) कहलाता है।

गोलीय दर्पण के मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरणें परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिंदु से होकर जाती हैं (अवतल दर्पण में) अथवा आती हुई प्रतीत होती हैं (उत्तल दर्पण में)। यह बिंदु ही गोलीय दर्पण का मुख्य फोकस होता है जिसे 'F' द्वारा दर्शाया जाता है।



अवतल दर्पण उत्तल दर्पण

चित्र–3

गोलीय दर्पण के ध्रुव P तथा F के बीच की दूरी **फोकस दूरी** (f) (focal length) कहलाती है।

गोलीय दर्पण के वक्रीय पृष्ठ की एक सीमा रेखा होती है यह सीमा एक समतल वृत्त होती है इसी वृत्त के व्यास को दर्पण का **द्वारक** (aperture) कहते हैं। चित्र–2 में MM' द्वारक को प्रदर्शित कर रहा है।

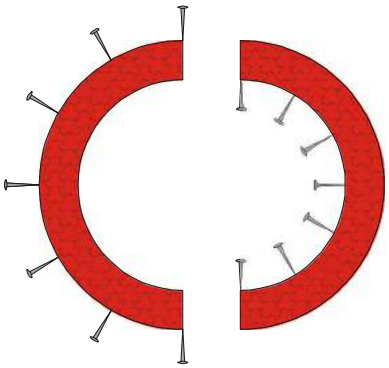
छोटे द्वारक के गोलीय दर्पणों के लिए वक्रता त्रिज्या फोकस दूरी से दोगुनी होती है। अर्थात् $R = 2f$ । दूसरे शब्दों में किसी गोलीय दर्पण का मुख्य फोकस उसके ध्रुव तथा वक्रता केंद्र को मिलाने वाली रेखा का मध्य बिंदु होता है।

13.1.2 गोलीय सतहों पर परावर्तन

हमने पिछले अध्याय में परावर्तन के नियमों के बारे में जाना था। परावर्तन के ये नियम समतल सतहों के साथ–साथ सभी प्रकार के वक्रीय सतहों पर भी लागू होते हैं। यदि हमें किसी वक्रीय सतह पर पड़ने वाले प्रकाश किरण का आपतन कोण पता हो, तो हम परावर्तन कोण भी ज्ञात कर सकते हैं। आपतित किरण द्वारा सतह के अभिलंब से बन रहे आपतन कोण को ज्ञात करने के लिए हमें सतह पर अभिलंब को ज्ञात करना होगा। वक्रीय सतह पर अभिलंब समझने के लिए आइए हम नीचे दिया गया क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–3

एक रबर का छोटा सा बॉल लें और इसे एक ही अनुप्रस्थ तल से दो समान भागों में काट लें। बॉल के बाहरी वक्रीय सतह पर एक सीधी रेखा में कुछ ऑल–पिन लगा लें। जैसा चित्र में दिखाया है। ये सभी पिनें बॉल के तल के अभिलंब लगाई गई है। ऑलपिनें दूर फैलती नज़र (अपसरित) आएंगी। अब यदि हम बॉल के अंदर की सतह पर ऑलपिनें लगाएं तो आप क्या देखते हैं? बॉल पर अभिलंबित ये सभी ऑल–पिनें एक बिंदु पर मिलती नज़र (अभिसरित) आती हैं।

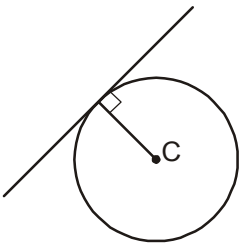


(अ) (ब)

चित्र–4

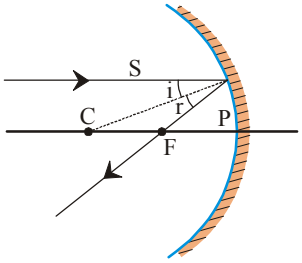
इस क्रियाकलाप द्वारा हम जान सकते हैं कि गोलीय सतह पर अभिलंब की दिशा क्या होती होगी। उत्तल दर्पण बॉल के बाहर की सतह के समान है (चित्र–4 (अ) जबकि अवतल दर्पण बॉल के अंदर की सतह के समान है (चित्र–4 (ब)।

अवतल सतह में सभी पिनें एक बिंदु पर मिलती नज़र आती हैं जिसे वक्रता केंद्र कहते हैं। ज्यामिति के अनुसार किसी वक्र के केंद्र बिंदु से वक्र के सतह पर पड़ने वाली रेखा सतह पर लंबवत होती है। अर्थात् हम कह सकते हैं कि वक्रीय दर्पण के वक्रता केंद्र से दर्पण के किसी भी बिंदु पर खींची गई रेखा वक्रीय दर्पण पर अभिलंब होती है (चित्र–5)।



चित्र–5

चर्चा करें



चित्र–6

क्या आप बता सकते हैं कि अवतल दर्पण पर पड़ने वाली समांतर किरणें एक बिंदु पर मिलती हुई जबकि उत्तल दर्पण में एक बिंदु से फैलती हुई नज़र आती हैं। क्यों?

प्रकाश किरण S के लिए अभिलंब से बना आपतन कोण $\angle i$ अभिलंब से बने परावर्तन कोण $\angle r$ के बराबर होता है $\angle i = \angle r$

13.1.3 गोलीय दर्पणों द्वारा परावर्तन के लिए चिह्न परिपाटी

गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश के परावर्तन के लिए हम एक निश्चित चिह्न परिपाटी का पालन करेंगे, जिसे नई कार्तीय चिह्न परिपाटी कहते हैं। इस परिपाटी में दर्पण के ध्रुव (P) को मूल बिंदु मानते हैं। दर्पण के मुख्य अक्ष को निर्देशांक पद्धति का X-अक्ष (X'X) लिया जाता है। यह परिपाटी निम्न प्रकार है :

(i) वस्तु सदैव दर्पण के बाईं ओर रखा जाता है। इसका अर्थ है कि दर्पण पर वस्तु से प्रकाश बायीं ओर से दायीं ओर आपतित होती है।

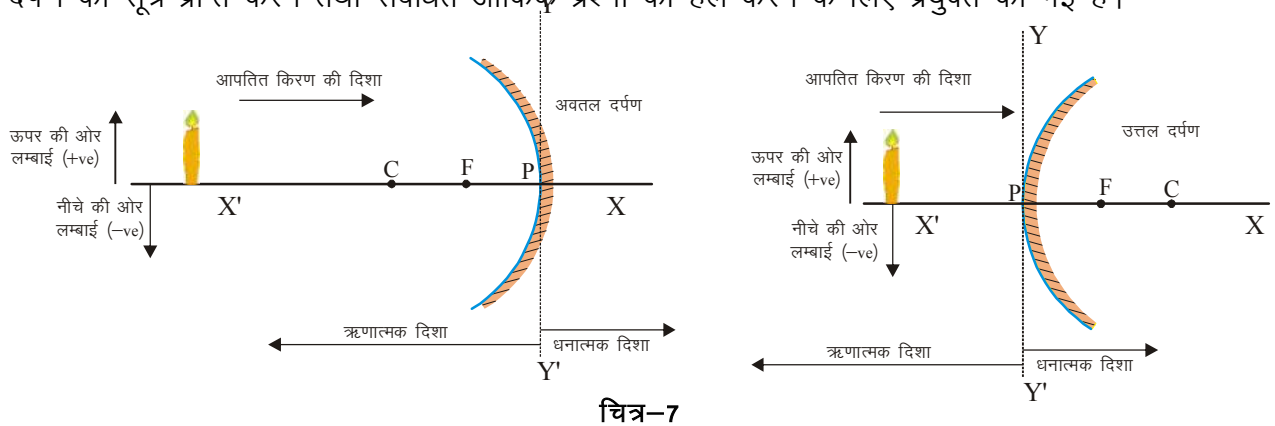
(ii) मुख्य अक्ष के समातंर सभी दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मापी जाती हैं।

(iii) मूल बिंदु के दाईं ओर (+ X अक्ष के अनुदिश) मापी गई सभी दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं जबकि मूल बिंदु के बाईं ओर (– X अक्ष के अनुदिश) मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक मानी जाती हैं।

(iv) मुख्य अक्ष के लंबवत तथा ऊपर की ओर (+ Y अक्ष के अनुदिश) मापी जाने वाली दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं।

(v) मुख्य अक्ष के लंबवत तथा नीचे की ओर (–Y अक्ष के अनुदिश) मापी जाने वाली दूरियाँ ऋणात्मक मानी जाती हैं।

ऊपर वर्णित नई कार्तीय चिह्न परिपाटी आपके संदर्भ के लिए चित्र में दर्शायी गई हैं। यह चिह्न परिपाटी दर्पण का सूत्र प्राप्त करने तथा संबंधित आंकिक प्रश्नों को हल करने के लिए प्रयुक्त की गई हैं।



चित्र–7

13.2 गोलीय दर्पण से प्रतिबिंब रचना के नियम

1. गोलीय दर्पण पर जो किरणें मुख्य अक्ष के समांतर आपतित होती है वे परावर्तन के पश्चात्

(अ) अवतल दर्पण में फोकस बिंदु से होकर गुज़रेंगी।

(ब) उत्तल दर्पण में फोकस से आती हुई प्रतीत होंगी।

(अ) अवतल दर्पण (ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (अ)

2. गोलीय दर्पण पर जो किरणें

(अ) अवतल दर्पण में मुख्य फोकस से होकर आपतित होती है वे परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समानांतर हो जाती है।

(ब) उत्तल दर्पण में मुख्य फोकस की दिशा में जाती हुई दिखती है, वे परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती हैं।

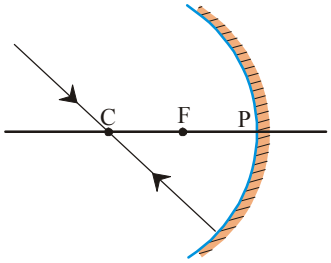
(अ) अवतल दर्पण (ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (ब)

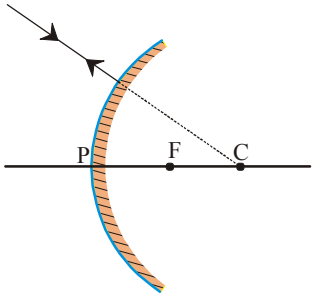
3. हम जानते हैं कि जब आपतित किरण अभिलंब दिशा से आपतित होती हैं, तो वह उसी दिशा में परावर्तित हो जाती है। इसीलिए गोलीय दर्पण पर जो किरणें–

(अ) अवतल दर्पण में वक्रता केंद्र से होकर आपतित होती हैं, वे परावर्तन के पश्चात् उसी मार्ग में वापस लौट आती है।

(ब) उत्तल दर्पण में वक्रता केंद्र की दिशा में जाती हुई दिखती हैं, वे परावर्तन पश्चात् उसी मार्ग में वापस लौट आती है।



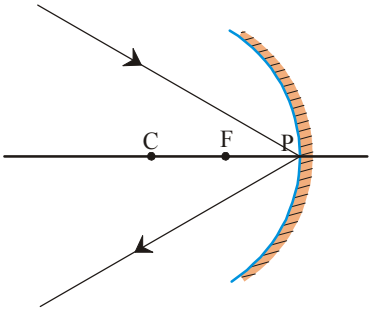
(अ) अवतल दर्पण



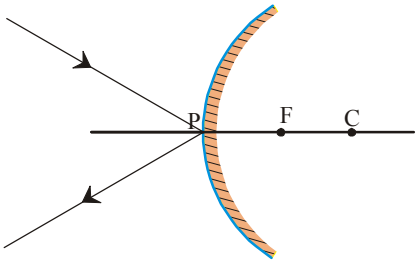
(ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (स)

4. गोलीय दर्पण में जब प्रकाश किरण ध्रुव पर आपतित होती हैं, तब वह आपतन कोण के बराबर परावर्तन कोण बनाते हुए परावर्तित हो जाती हैं। इस स्थिति में P बिंदु पर मुख्य अक्ष अभिलंब है।



(अ) अवतल दर्पण



(ब) उत्तल दर्पण

चित्र–8 (द)

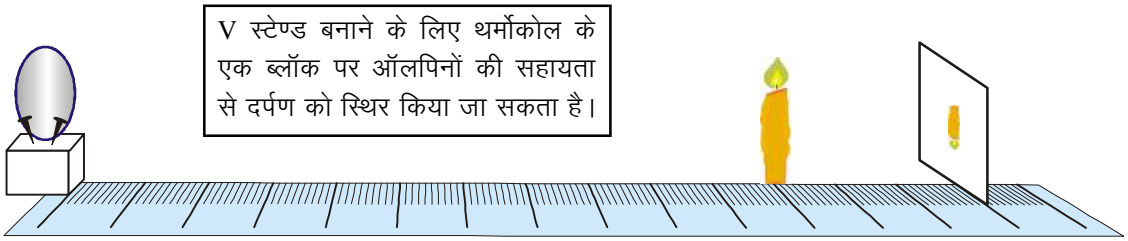
13.2.1 गोलीय दर्पण द्वारा प्रतिबिंब रचना

अब हम एक क्रियाकलाप द्वारा वस्तु की विभिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिंब के आकार, प्रकृति तथा स्थिति का अवलोकन करेंगे।

क्रियाकलाप–4

कागज, अवतल दर्पण (जिसकी फोकस दूरी ज्ञात हो), V स्टैण्ड, मीटर स्केल।

विधि : अवतल दर्पण को V स्टैण्ड पर लगाएं और उसे मीटर स्केल व मोमबत्ती को नीचे दिए चित्र अनुसार जमाएं।



चित्र–9

मोमबत्ती को दर्पण से विभिन्न दुरियों पर रखकर और कागज़ को आगे–पीछे खिसकाकर मोमबत्ती का एक तीक्ष्ण प्रतिबिंब कागज़ पर प्राप्त करें। ध्यान दें कि मोमबत्ती की लौ कागज़ के उपर हो, जिससे लौ का प्रकाश दर्पण पर पड़ सके।

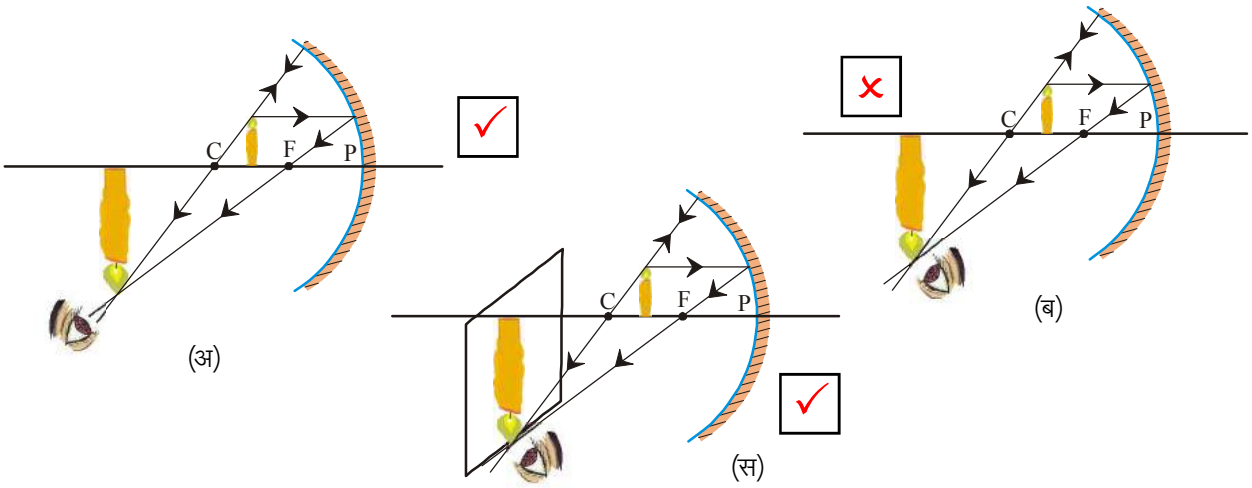
अपने अवलोकनों को **सारणी–1** में भरें–

क्र.सं.	मोमबत्ती की अवतल दर्पण से दूरी (u)	कागज़ / प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा / छोटा / समान	प्रतिबिम्ब सीधी / उल्टी	वास्तविक / आभासी
1.	अनंत पर				
2.	C पर				
3.	C के पीछे				
4.	F व C के बीच				
5.	F पर				
6.	दर्पण व F के बीच				

उपरोक्त क्रियाकलाप से सामान्य अनुमान लगाया जा सकता है कि गोलीय दर्पण में वस्तु के द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति तथा आकार, वस्तु की दर्पण के सापेक्ष अलग–अलग स्थिति पर निर्भर करता है। वस्तु की कुछ स्थितियों के लिये प्रतिबिंब की प्रकृति आभासी होती है। जबकि कुछ स्थितियों में वास्तविक। वस्तु की स्थिति के अनुसार ही प्रतिबिंब का आकार बड़ा, छोटा या समान आकार का होता है। उपरोक्त क्रियाकलाप की समझ को बढ़ाने के लिये हम किरण आरेखों का उपयोग करते हुए वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिये प्रतिबिंब बनाने का अभ्यास करते हैं।

हो सकता है कि कुछ दुरियों के लिए आपको प्रतिबिंब प्राप्त ही न हों। उस स्थिति को भी लिखें।

वास्तविक प्रतिबिंब को देखने के लिए आपको आँखें ऐसे स्थान पर रखनी होंगी जहाँ प्रतिबिंब से प्रकाश किरण आपकी आँखों में पड़े (चित्र 10 (अ))। आप प्रतिबिंब को उसके पीछे से नहीं देख सकते (चित्र (ब))। यदि आप प्रतिबिंब बनने वाले स्थान पर पर्दा रख दें तो आप प्रतिबिंब को पर्दे पर उतार सकते हैं। (चित्र (स))। लेकिन आभासी प्रतिबिंब (virtual image) के लिए हम ऐसा नहीं कर सकते।



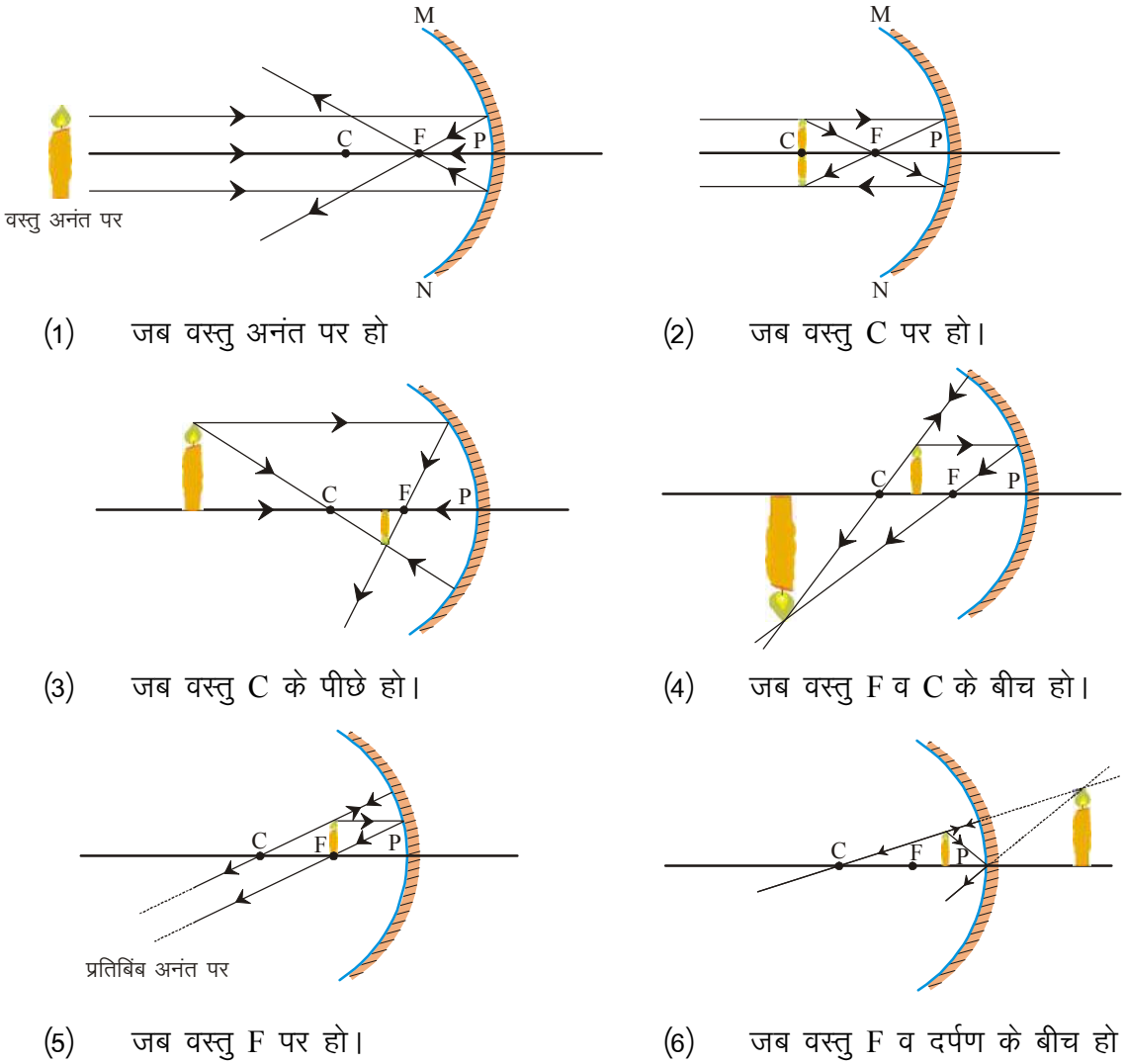
चित्र–10

अनंत वह दूरी है जो सामान्य प्रायोगिक दूरियों से बहुत बड़ी हों।

13.2.2 वस्तु की विभिन्न स्थितियों में गोलीय दर्पण के किरण आरेख (Ray diagrams)

क्रियाकलाप–4 में किए गए अपने अवलोकनों के आधार पर परावर्तन के नियमों का उपयोग कर, किरण आरेख द्वारा प्रतिबिंब बनाने का प्रयास करें।

(अ) अवतल दर्पण के किरण आरेख



(1) जब वस्तु अनंत पर हो

(2) जब वस्तु C पर हो।

(3) जब वस्तु C के पीछे हो।

(4) जब वस्तु F व C के बीच हो।

(5) जब वस्तु F पर हो।

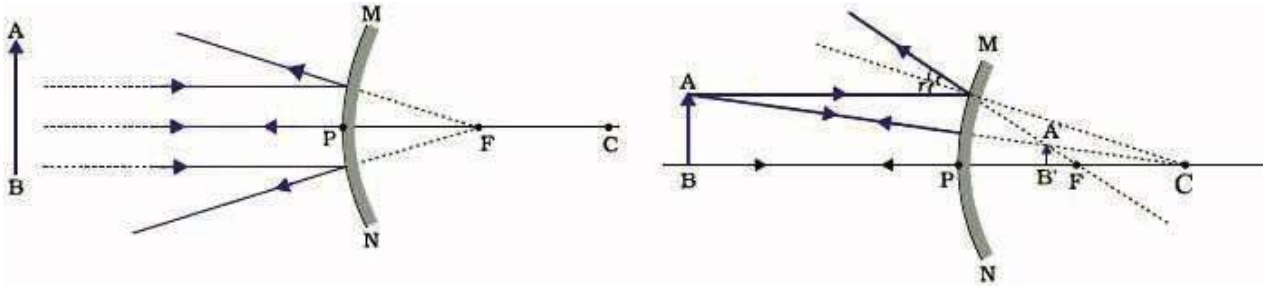
(6) जब वस्तु F व दर्पण के बीच हो।

चित्र–11

(ब) उत्तल दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब के किरण आरेख

उत्तल दर्पण द्वारा बने प्रतिबिंब का अध्ययन करने के लिए हम वस्तु की दो स्थितियों के बारे में विचार करेंगे। पहली स्थिति में वस्तु अनंत दूरी पर है तथा दूसरी स्थिति में वस्तु दर्पण से एक निश्चित दूरी पर है।

चित्र–12 के अनुसार, उत्तल दर्पण द्वारा बन रहे प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आपेक्षित साइज को सारणी–2 में भरें।



(अ) जब वस्तु अनंत पर हो (ब) जब वस्तु उत्तल दर्पण से एक निश्चित दूरी पर हो

चित्र–12

सारणी–2

क्र.सं.	मोमबत्ती की उत्तल दर्पण से दूरी (u)	प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा / छोटा / समान	प्रतिबिम्ब सीधी / उल्टी	वास्तविक / आभासी
1.	अनंत पर				
2.	अनंत तथा दर्पण के ध्रुव P के बीच कहीं भी				

अवतल दर्पण में परावर्तित किरणें वास्तविक रूप से मिलती हैं। जबकि उत्तल दर्पण में परावर्तित किरणें किसी बिंदु से आती हुई प्रतीत होती है या आभासी रूप से मिलती हुई प्रतीत होती है। आभासी प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकाश की किरण आरेखों में परावर्तित किरणों को पीछे बढ़ाकर ज्ञात की जाती है। किरणों के इस आभासी भाग को बिंदुवत रेखाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

क्या आपने यह नोट किया कि वास्तविक प्रतिबिंब सदैव उलटा बनता है और आभासी प्रतिबिंब सदैव सीधा बनता है?

प्रश्न :

- बताइए कि आप समतल, अवतल तथा उत्तल दर्पणों की पहचान स्पर्श करके व प्रतिबिंब देखकर किस प्रकार कर सकते हैं?

13.2.3 गोलीय दर्पण से संबंधित विभिन्न राशियों में अंर्तसंबंध

वस्तु की गोलीय दर्पण से भिन्न–भिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिंब की गोलीय दर्पण से दूरी भी भिन्न–भिन्न होती है और प्रतिबिंबों के आकार भी भिन्न–भिन्न होते हैं। क्या इन विभिन्न स्थितियों में दर्पण से संबंधित भौतिक राशियों में कोई एक निश्चित संबंध हो सकता है। इस प्रश्न को ध्यान में रखते हुए हम यहाँ दर्पण से संबंधित विभिन्न राशियों को सर्वप्रथम चर एवं अचर राशियों में बांटने की कोशिश करते हैं। किसी एक गोलीय दर्पण के लिए ये राशियाँ निम्न हैं।

1. अचर राशियाँ– इन राशियों का मान एक दर्पण के लिये निश्चित होता है।
2. चर राशियाँ– इन राशियों का मान एक दर्पण के लिये बदलता रहता है।

इन राशियों को हम सारणी में सूचीबद्ध करके अध्ययन करेंगे।

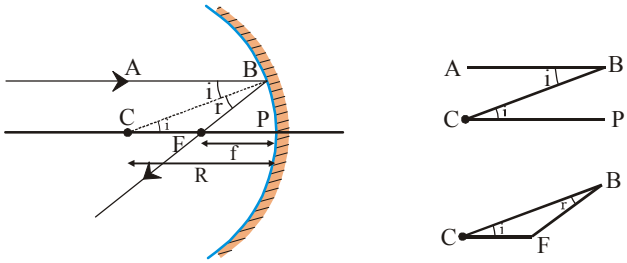
अचर राशियाँ	चर राशियाँ
दर्पण की फोकस दूरी (f)	वस्तु की दर्पण से दूरी (u)
दर्पण की वक्रता त्रिज्या (R)	प्रतिबिंब की दर्पण से दूरी (v)
वस्तु की लंबाई (h)	प्रतिबिंब की लंबाई (I)
	दर्पण की आवर्धन क्षमता (m)

अब हम इन राशियों के मध्य संबंधों को सूत्र के रूप में समझने का प्रयास करते हैं।

13.2.4 गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f) एवं वक्रता त्रिज्या (R) में संबंध

गोलीय दर्पण के इन अचर राशियों f व R में संबंध स्थापित करने के लिये हम गोलीय अवतल दर्पण लेते हैं। तथा किरण आरेख की सहायता से पूर्व में पढ़ी गई गणितीय अवधारणाओं का उपयोग करते हुए संबंध स्थापित करेंगे।

इसके लिये निम्नांकित चित्रानुसार एक अवतल दर्पण लेते हैं जिसका मुख्य अक्ष CP, ध्रुव P, फोकस बिन्दु F, तथा वक्रता केन्द्र C है।



चित्र–13

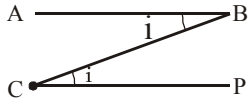
चित्रानुसार हम देखते हैं कि मुख्य अक्ष के समांतर आने वाली किरण AB अवतल दर्पण से परावर्तित होकर फोकस F से होकर जाती है। अतः यह CB गोलीय दर्पण की परिधि के बिन्दु B पर खींची जाने वाली स्पर्श रेखा पर लंब होगी।

अतः

$\angle ABC = \angle CBF$ (परावर्तन के नियम से) .....(1)

चूँकि AB मुख्य अक्ष (CP) के समांतर (AB || CP) है। और BC उन्हें काटती है।

अतः $\angle ABC = \angle BCF$ (एकांतर कोण बराबर) ..... (2)

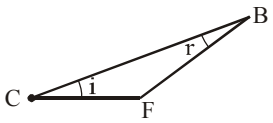


अब ΔCBF में

समी. 1 व 2 से

$\angle BCF = \angle CBF$

अतः CF = BF (समान कोण के सामने की भुजा बराबर होती है।) ..... (3)



यदि बिन्दु B दर्पण के ध्रुव P के अत्यंत समीप हो और दर्पण की वक्रता कम हो तो

BF = PF .....(4)

अतः समी. (3) व (4) से

CF = PF .....(5)

अब

PC = CF + PF

परंतु (5) से

PC = PF + PF

PC = 2PF

$$PF = \frac{PC}{2}$$

अर्थात् फोकस दूरी = $\frac{1}{2}$ वक्रता त्रिज्या

अतः $f = \frac{R}{2}$

अतः किसी गोलीय (अवतल) दर्पण की फोकस दूरी, उसकी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है।

यह संबंध उत्तल दर्पण के लिए भी सत्य है।

(यह संबंध अधिक वक्रता त्रिज्या वाले गोलीय दर्पणों में तथा ध्रुव के निकटस्थ बिन्दुओं के लिये ही मान्य है।)

13.2.5 गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f), दर्पण से वस्तु की दूरी (u) व प्रतिबिंब की दूरी (v) में संबंध (दर्पण का सूत्र)

गोलीय दर्पण में ध्रुव से वस्तु दूरी (u) कहलाती है। दर्पण के ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी, प्रतिबिंब दूरी (v) कहलाती है। ध्रुव से मुख्य फोकस की दूरी, फोकस दूरी (f) कहलाती है। इन तीनों राशियों के बीच एक संबंध है जिसे दर्पण सूत्र द्वारा प्रस्तुत किया जाता है।

इस सूत्र को निम्न प्रकार व्यक्त करते हैं :

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

यह संबंध सभी प्रकार के गोलीय दर्पणों के लिए तथा वस्तु की सभी स्थितियों के लिए मान्य हैं। प्रश्नों को हल करते समय, जब आप दर्पण सूत्र में आए f तथा R के मान प्रतिस्थापित करें तो आपको नयी कार्तीय चिह्न परिपाटी का प्रयोग करना चाहिए।

अवतल दर्पण के लिए u तथा f के मान सदैव ऋणात्मक होते हैं। वास्तविक प्रतिबिंब के लिए v का मान ऋणात्मक तथा आभासी प्रतिबिंब के लिए v का मान धनात्मक होता है।

13.2.6 आवर्धन (Magnification)

गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन वह आपेक्षिक विस्तार है जिससे ज्ञात होता है कि कोई प्रतिबिंब वस्तु की अपेक्षा कितना गुना आवर्धित है। इसे प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा वस्तु की ऊँचाई के अनुपात के रूप में व्यक्त किया जाता है।

यदि h वस्तु की ऊँचाई हो तथा I प्रतिबिंब की ऊँचाई हो तो गोलीय दर्पण द्वारा प्राप्त आवर्धन (m) प्राप्त होगा–

$$m = \frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई } (I)}{\text{वस्तु की ऊँचाई } (h)}$$

आवर्धन m वस्तु दूरी (u) तथा प्रतिबिंब दूरी (v) से भी संबंधित है। इसे लिखा जा सकता है।

आवर्धन $\quad m = \frac{(I)}{(h)} = -\frac{\mathrm{v}}{\mathrm{u}}$

स्पष्ट है कि यह समीकरण प्रतिबिंब की लम्बाई I व वस्तु की लम्बाई h में तुलनात्मक अनुपात को व्यक्त करती है। हम जानते हैं कि किसी दर्पण के लिए वस्तु की लम्बाई निश्चित होती है परन्तु वस्तु की विभिन्न स्थितियों के संगत प्रतिबिंब की लम्बाई परिवर्तित होती है।

यदि $\mathrm{I} = \mathrm{h}$ तब $\frac{I}{h} = 1$

यदि $\mathrm{I} > \mathrm{h}$ तब $\frac{I}{h} > 1$

तथा $\mathrm{I} < \mathrm{h}$ तब $\frac{I}{h} < 1$

ध्यान दीजिए, वस्तु की ऊँचाई धनात्मक ली जाती है क्योंकि वस्तु प्रायः मुख्य अक्ष के ऊपर रखी जाती है। आभासी प्रतिबिंबों के लिए प्रतिबिंब की ऊँचाई धनात्मक लेनी चाहिए। तथापि वास्तविक प्रतिबिंबों के लिए इसे ऋणात्मक लेना चाहिए। आवर्धन के मान में ऋणात्मक चिह्न से ज्ञात होता है कि प्रतिबिंब वास्तविक है। आवर्धन के मान में धनात्मक चिह्न बताता है कि प्रतिबिंब आभासी है।

13.2.7 गोलीय दर्पणों के उपयोग

(अ) अवतल दर्पण का उपयोग

अवतल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः टॉर्च, सर्चलाइट तथा वाहनों के अग्रदीपों (headlights) में प्रकाश का शक्तिशाली समांतर किरण पुंज प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इन्हें प्रायः चेहरे का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए शेविंग दर्पणों (shaving mirrors) के रूप में उपयोग करते हैं। दंत विशेषज्ञ अवतल दर्पणों का उपयोग मरीजों के दाँतों का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए करते हैं। सौर भट्टियों में सूर्य के प्रकाश को केंद्रित करने के लिए बड़े अवतल दर्पणों का उपयोग किया जाता है।

(ब) उत्तल दर्पण का उपयोग

उत्तल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः वाहनों के पश्च–दृश्य (wing) दर्पणों के रूप में किया जाता है। ये दर्पण वाहन के पार्श्व (side) में लगे होते हैं तथा इनमें ड्राइवर अपने पीछे के वाहनों को देख सकते हैं जिससे

वे सुरक्षित रूप से वाहन चला सकें। उत्तल दर्पणों को इसलिए भी प्राथमिकता देते हैं, क्योंकि ये सदैव सीधा प्रतिबिंब बनाते हैं यद्यपि वह छोटा होता है। इनका दृष्टि–क्षेत्र भी बहुत अधिक है क्योंकि ये बाहर की ओर वक्रित होते हैं। अतः समतल दर्पण की तुलना में उत्तल दर्पण ड्राइवर को अपने पीछे के बहुत बड़े क्षेत्र को देखने में समर्थ बनाते हैं।

उदाहरण–1 : 15 सेमी फोकस वाले गोलीय उत्तल दर्पण के ध्रुव से 10 सेमी दूरी पर एक वस्तु स्थित है। दर्पण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति प्रकृति एवं आकार ज्ञात कीजिए।

हल : गोलीय उत्तल दर्पण की फोकस दूरी (f) = +15 cm

वस्तु की दूरी u = -10 cm

(यहाँ ऋण (–) चिन्ह कार्तिय निर्देशांक पद्धति के अनुसार लिया है)

हम जानते हैं कि

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

u व f के मान रखने पर

$$\frac{1}{15}=\frac{1}{-10}+\frac{1}{v}$$

पक्षांतरण करने पर

$$\frac{1}{v}=\frac{1}{15}+\frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{2+3}{30}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{5}{30}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{1}{6}$$

अतः v = 6 सेमी

पुनः रेखीय आवर्धन $m=\frac{-v}{u}$

u व v का मान रखने पर

$$m=\frac{-6}{-10}$$

m = 0.6

अतः गोलीय उत्तल दर्पण द्वारा वस्तु का प्रतिबिंब दर्पण के ध्रुव से 6 सेमी दूरी पर बनेगा। v का धनात्मक मान आभासी प्रतिबिंब को दर्शाता है। m का धनात्मक व 1 से छोटा मान प्रतिबिंब के सीधा एवं वस्तु से छोटा होने को दर्शाता है।

13.3 गोलीय सतह द्वारा अपवर्तन

आपने कुछ लोगों को पढ़ने के लिए अथवा दूर की वस्तुओं को देखने के लिए चश्में का प्रयोग करते देखा होगा। क्या आपने कभी चश्में के पृष्ठ को छूकर देखा है? इसका पृष्ठ समतल होता है या वक्रीय? क्या यह बीच से मोटा होता है या किनारों से?

हमने पिछले अध्याय में समतल सतह से अपवर्तन के बारे में पढ़ा था। इस अध्याय में हम वक्रीय सतहों से अपवर्तन के बारे में जानेंगे।

13.3.1 लेंस द्वारा अपवर्तन

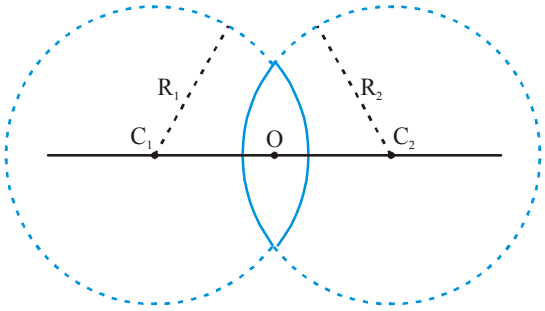
लेंस एक ऐसा पारदर्शी माध्यम है जो दो पृष्ठों से घिरा होता है जिनमें से कम से कम एक पृष्ठ वक्रीय होता है। इस प्रकार के लेंसों में प्रकाश किरणें या तो एक बिंदु पर एकत्रित होती हैं (अभिसरित) (converge) अथवा प्रकाश किरणें फैल जाती हैं (अपसरित) (diverge)।

किसी लेंस में बाहर की ओर उभरे दोनों गोलीय पृष्ठ हो तो वह द्वि–उत्तल या केवल उत्तल लेंस कहलाता है। यह किनारों की अपेक्षा बीच में मोटा होता है।

हम केवल ऐसे लेंस की बात करेंगे जो पतले होते है, अर्थात् उनकी मोटाई नगण्य होती है।

13.3.2 गोलीय लैंसों से सम्बन्धित कुछ मुख्य परिभाषाएँ

लेंस की प्रत्येक वक्रीय सतह भी किसी वक्र का भाग होती है। यदि लेंस में दो वक्रीय सतह हैं, तो दो वक्रता केन्द्र भी होंगे। इन्हें C_1 व C_2 से प्रदर्शित किया जाता है। वक्रता केन्द्र से लेंस के केन्द्र की दूरी वक्रता त्रिज्या (R) कहलाती है। दोनों पृष्ठों की वक्रता त्रिज्या क्रमशः R_1 व R_2 कहलाती है। C_1 व C_2 को जोड़ने वाली सरल रेखा मुख्य अक्ष होती है। किसी पतले लेंस का केन्द्रीय बिंदु प्रकाशिक बिन्दु (O) कहलाता है।

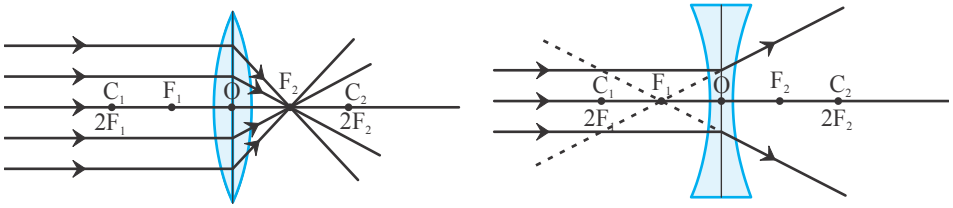


चित्र–14

लेंस की वृत्तकार रूपरेखा का प्रभावी व्यास इसका द्वारक कहलाता है।

- क्या आप लेंस का मुख्य फोकस बिंदु पता लगा सकते हैं? क्रियाकलाप–2 के समान कोशिश करके देखें।

सोचिए– जब हम प्रकाश की समानान्तर किरणों को लेंस से गुज़ारते हैं तो क्या होता है?



(अ) (ब)

चित्र–15

चित्र (अ) ध्यानपूर्वक देखिए।

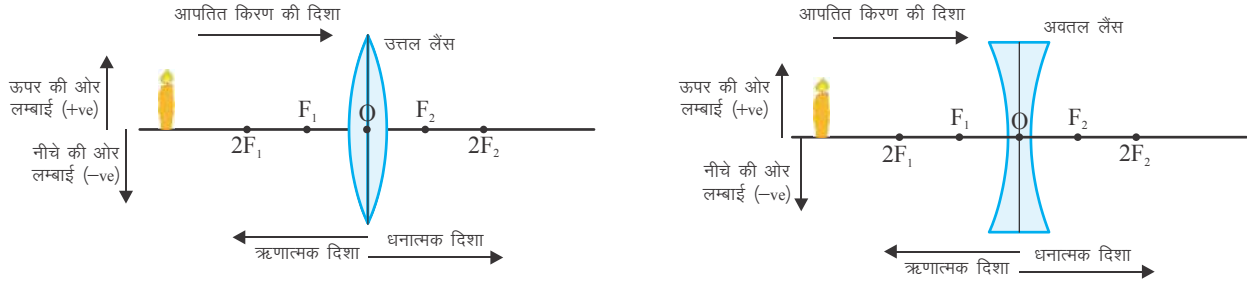
उत्तल लेंस पर मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश की किरणें लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिन्दु पर अभिसरित हो जाती है।

मुख्य अक्ष पर यह बिन्दु लेंस का मुख्य फोकस (F_1) कहलाता है। मुख्य फोकस से प्रकाशिक केन्द्र (O) की दूरी फोकस दूरी (f) कहलाती है।

द्वि–अवतल लेंस अंदर की ओर वक्रित दो गोलीय पृष्ठों से घिरा होता है यह बीच से पतला व किनारों से मोटा होता है। इसे अवतल लेंस भी कहते हैं। जब अवतल लेंस पर मुख्य अक्ष के समांतर प्रकाश की अनेक किरणें आपतित होती हैं तो लेंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के एक बिन्दु से अपसरित होती प्रतीत होती हैं। यह बिन्दु अवतल लेंस का मुख्य फोकस कहलाता है। अवतल व उत्तल लेंस में दो फोकस बिन्दु होते हैं जो प्रकाशिक केन्द्र से दोनों ओर समान दूरी पर होते है। फोकस तल, मुख्य अक्ष के अभिलंब वह तल होता है जो फोकस बिन्दु पर बनता है।

13.3.3 गोलीय लेंसों के लिए चिह्न–परिपाटी

लेंसों के लिए, हम गोलीय दर्पणों जैसी ही चिह्न–परिपाटी अपनाएँगे। दूरियों के चिह्नों के निर्धारण के लिए हम यहाँ भी उन्हीं नियमों को अपनाएँगे। दर्पणों के समान लेंसों में भी सभी माप उनके प्रकाशिक केंद्र से लिए जाते हैं। परिपाटी के अनुसार उत्तल लेंस की फोकस दूरी धनात्मक होती है जबकि अवतल लेंस की फोकस दूरी ऋणात्मक होती है। आपको ध्रुव से प्रतिबिंब की दूरी v तथा लेंस की फोकस दूरी f, वस्तु की ऊँचाई h तथा प्रतिबिंब ऊँचाई h' के मान में उचित चिह्नों का चयन करने में सावधानी बरतनी चाहिए।



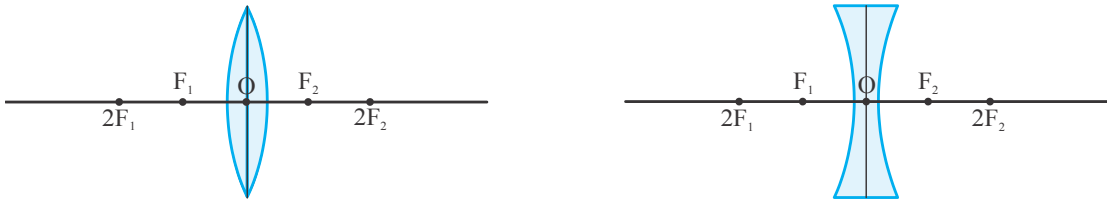
चित्र–16

13.3.4 गोलीय लैंस से प्रतिबिंब रचना के नियम

लेंस की मोटाई कम होने के कारण हम किरण आरेख के लिए लेंस को दो सतहों के स्थान पर एक ही सतह की भांति मानेंगे।

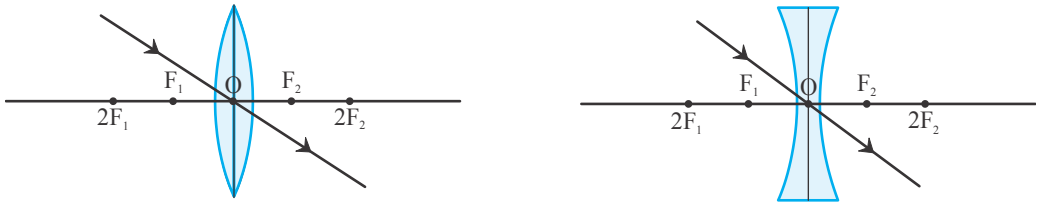
अपवर्तन के नियमों के अनुसार नीचे दिए गए किरण आरेखों का अध्ययन करें। आपस में चर्चा करें कि–

- मुख्य अक्ष पर गमन कर रही प्रकाश किरण की दिशा अपवर्तन के पश्चात् कैसी होगी?



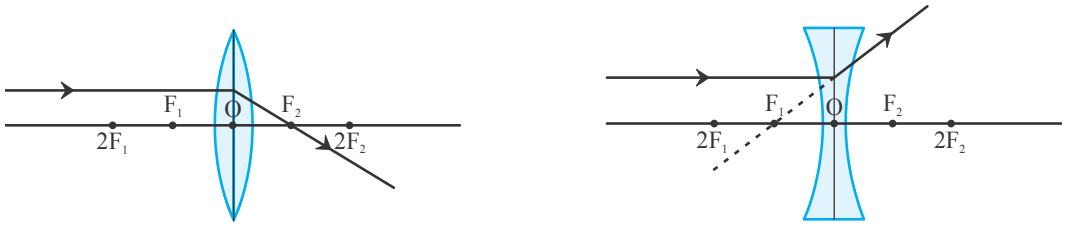
(अ) उत्तल लैंस (ब) अवतल लैंस

- प्रकाशिक केन्द्र से गुजरने वाली प्रकाश किरण की दिशा क्या होगी?



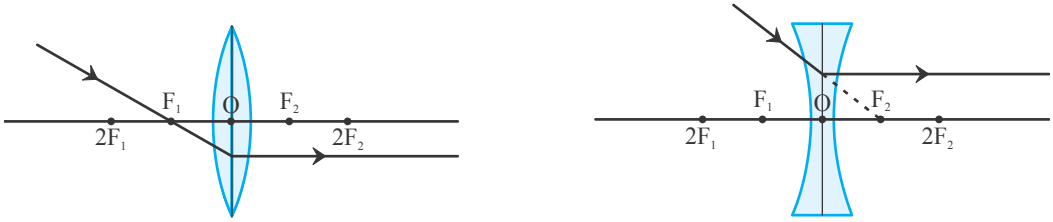
(अ) उत्तल लैंस (ब) अवतल लैंस

- मुख्य अक्ष के समानान्तर गमन कर रही प्रकाश किरणों का क्या होगा?



(अ) उत्तल लैंस (ब) अवतल लैंस

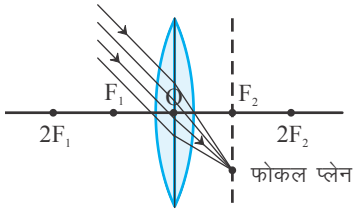
- फोकस बिन्दु से गुज़रने वाली किरण का क्या होगा?



(अ) उत्तल लैंस (ब) अवतल लैंस

चित्र–17

एक अन्य स्थिति के बारे में विचार कीजिए। यदि प्रकाश की कुछ समानान्तर किरणें मुख्य अक्ष से किसी कोण पर लेंस पर पड़े तो क्या होगा?



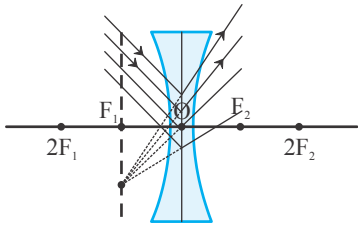
इस स्थिति में किरणें फोकल प्लेन पर किसी बिन्दु से गुजरती नज़र आएगी (उत्तल लेंस के लिए) अथवा अपसरित होती प्रतीत होंगी (अवतल लेंस के लिए) (चित्र–18 देखें)।

13.3.5 गोलीय लैंस द्वारा प्रतिबिंब बनना

क्रियाकलाप–5

एक उत्तल लैंस लें और उसकी फोकस दूरी ज्ञात करें। अथवा ऐसा लैंस लें जिसकी फोकस दूरी आपको ज्ञात हो।

अब v स्टैण्ड की सहायता से लैंस को एक स्केल के पास सेट करें। ऐसा आपने क्रियाकलाप 4 में दर्पण के लिए भी किया था।



चित्र–18

लैंस के दोनों ओर F को चॉक से निशान लगाकर F_1 और F_2 अंकित करें। इसी प्रकार $2F_1$ व $2F_2$ भी अंकित करें।

एक जलती हुई मोमबत्ती को बायीं ओर $2F_1$ से काफी दूर रखिए। लैंस के विपरीत दिशा में रखे पर्दे पर इसका स्पष्ट व तीक्ष्ण प्रतिबिंब प्राप्त करें। प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आपेक्षिक साइज़ नोट करें।

इसी प्रकार अब मोमबत्ती को सारणी में दी हुई अन्य स्थितियों पर रखकर अपने अवलोकनों को सारणी में भरें।

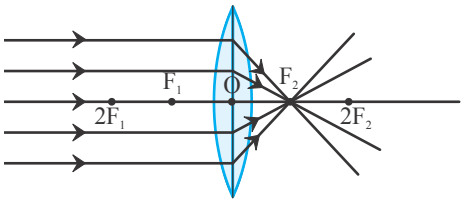
सारणी–3

क्र.सं.	मोमबत्ती की उत्तल लैंस से दूरी (u)	कागज़/प्रतिबिंब की की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा/छोटा/समान	प्रतिबिम्ब सीधी/उल्टी	वास्तविक/आभासी
1.	जब वस्तु अनंत पर हो				
2.	$2F_1$ के पीछे हो।				
3.	$2F_1$ पर हो				
4.	$2F_1$ व F_1 के बीच हो।				
5.	F_1 पर हो।				
6.	F_1 तथा प्रकाशिक केन्द्र O के बीच हो।				

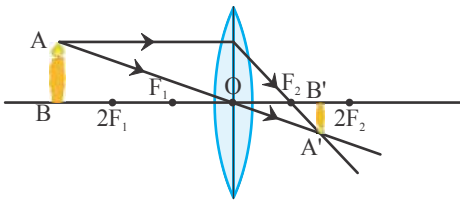
13.3.6 वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए गोलीय लैंसों द्वारा बने प्रतिबिंब के किरण आरेख

(अ) उत्तल लैंस के किरण आरेख

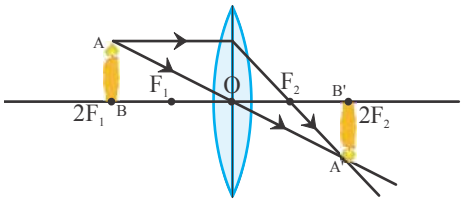
सारणी–3 के अनुसार उत्तल लैंस से बने प्रतिबिंब के किरण आरेख चित्र–19 में दिए गए हैं–



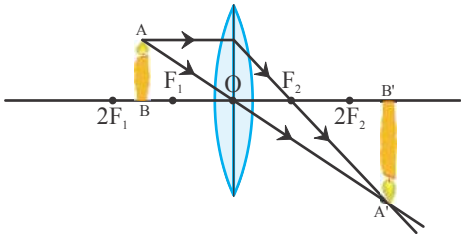
(1) जब वस्तु अनंत पर हो



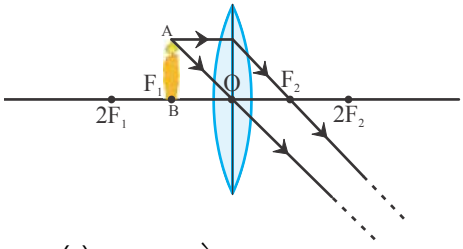
(2) $2F_1$ के पीछे हो।



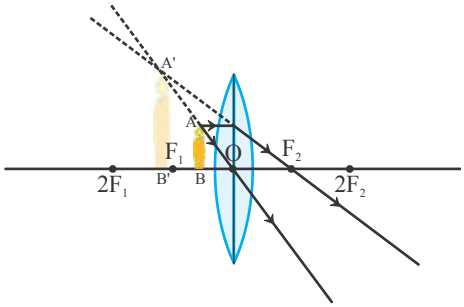
(3) $2F_1$ पर हो



(4) $2F_1$ व F_1 के बीच हो।



(5) F_1 पर हो।



(6) F_1 तथा प्रकाशिक केन्द्र O के बीच हो।

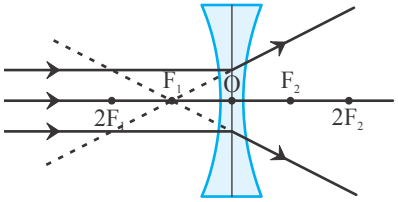
चित्र–19

जब हम वस्तु को फोकस बिन्दु व प्रकाशिक बिंदु के बीच रखते हैं तो हमें एक आभासी सीधा व आवर्धित प्रतिबिंब प्राप्त होता है। यह लेंस के उसी ओर बनता प्रतीत होता है जिस ओर वस्तु रखी गयी हो।

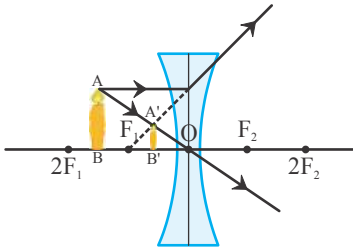
उत्तल लेंस के इस प्रकृति का उपयोग सरल सूक्ष्मदर्शी बनाने के लिए किया जाता है। जब वस्तु को लेंस से फोकस दूरी से कम दूरी पर रखा जाता है तब आवर्धित व सीधा प्रतिबिंब प्राप्त होता है।

(ब) अवतल लैंस के किरण आरेख

इसी प्रकार अवतल लेंस के लिए मुख्य अक्ष पर वस्तु को विभिन्न दुरियों पर रख कर किरण आरेख बनाएँ। आप पाएंगे कि अवतल लेंस में प्रत्येक स्थिति के लिए प्रतिबिंब वस्तु से छोटा, सीधा, आभासी व फोकस बिन्दु व प्रकाशिक बिंदु के बीच ही प्राप्त होता है।



(1) जब वस्तु अनंत पर हो



(2) वस्तु अनंत व प्रकाशिक केन्द्र O के बीच किसी बिंदु पर हो।

चित्र–20

आरेख के अनुसार अवतल लैंस द्वारा बन रहे प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति व साइज को नीचे दी गई सारणी–4 में भरें–

सारणी–4

क्र.सं.	मोमबत्ती की अवतल लैंस से दूरी (u)	कागज़/प्रतिबिंब की की दर्पण से दूरी (v)	प्रतिबिंब का आकार बड़ा/छोटा/समान	सीधी/उल्टी	वास्तविक/आभासी
1.	अनंत पर				
2.	अनंत व प्रकाशिक केंद्र O के बीच कहीं भी				

13.3.7 लेंस से संबंधित विभिन्न राशियों में अंर्तसंबंध

पूर्व की भांति इन राशियों को हम सारणी में सूचीबद्ध करके अध्ययन करेंगे।

क्र.	अचर राशियाँ	चर राशियाँ
1.	लेंस की फोकस दूरी (f)	वस्तु की लेंस से दूरी (u)
2.	लेंस की वक्रता त्रिज्या (2f)	प्रतिबिंब की लेंस से दूरी (v)
3.	वस्तु की लंबाई (h)	प्रतिबिंब की लंबाई (I)
4.	लेंस की क्षमता (P)	लेंस की आवर्धन क्षमता (m)

13.3.8 गोलीय लेंस की फोकस दूरी **f,** *दर्पण से वस्तु की दूरी* **(u)** *व प्रतिबिंब की दूरी* **(v)** *में संबंध (लेंस का सूत्र)*

जिस प्रकार हमने गोलीय दर्पणों के लिए सूत्र के बारे में पढ़ा था, उसी प्रकार गोलीय लेंसों के लिए भी लेंस सूत्र स्थापित किया गया है। यह सूत्र वस्तु की दूरी (u), प्रतिबिंब दूरी (v) तथा फोकस दूरी (f) के बीच संबंध प्रदर्शित करता है। लेंस सूत्र व्यक्त किया जाता है :

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

उपरोक्त लेंस सूत्र व्यापक है तथा किसी भी गोलीय लेंस के लिए, सभी स्थितियों में मान्य है। लेंसों से संबंधित प्रश्नों को हल करने के लिए लेंस सूत्र में आंकिक मान प्रतिस्थापित करते समय विभिन्न राशियों के उचित चिह्नों का ध्यान रखना चाहिए।

13.3.9 आवर्धन (Magnification)

किसी लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, किसी गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन की ही भाँति प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा बिंब की ऊँचाई के अनुपात के रूप में परिभाषित किया जाता है। इसे अक्षर m द्वारा निरूपित किया जाता है। यदि वस्तु की ऊँचाई h हो तथा लेंस द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब की ऊँचाई h' हो, तब लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन प्राप्त होगा :

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

लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, वस्तु दूरी u तथा प्रतिबिंब–दूरी v से भी संबंधित है। इस संबंध को व्यक्त करते हैं,

$$\text{आवर्धन } (m)=\frac{h'}{h}=\frac{v}{u}$$

13.3.10 लेंस की क्षमता (Power of lens)

हम पढ़ चुके हैं कि लेंस का मुख्य कार्य प्रकाश किरणों को मोड़ना है। हम जानते हैं कि उत्तल लेंस प्रकाश किरणों को मुख्य अक्ष की ओर मोड़ देता है। इसके विपरीत अवतल लेंस मुख्य अक्ष से दूर हटा देता है। किसी लेंस की प्रकाश किरणों को अभिसरित (उत्तल लेंस) अथवा अपसरित (अवतल लेंस) करने की क्षमता उसकी फोकस दूरी पर निर्भर करती है। कम फोकस दूरी वाले लेंस अधिक फोकस दूरी वाले लेंसों की तुलना में प्रकाश किरणों को अधिक मोड़ते हैं। अतः कम फोकस दूरी वाले लेंसों की क्षमता अधिक फोकस दूरी वाले लेंसों की क्षमता की तुलना में अधिक होती है।

उपरोक्त तथ्यों के आधार पर हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि लेंस की क्षमता उसकी फोकस दूरी का व्युत्क्रम होती है जब 'f' मीटर में हो। इसे अक्षर P द्वारा व्यक्त करते हैं। अतः f फोकस दूरी वाले लेंस की

$$\text{लेंस क्षमता } (P) = \frac{1}{\text{फोकस दूरी } (f)}$$

यहाँ फोकस दूरी 'f' मीटर में है। लेंस की क्षमता का SI मात्रक डाइऑप्टर है जिसे संकेत 'D' द्वारा दर्शाते हैं यदि $f = 1$ मीटर हो, तो

$$\text{लेंस क्षमता } P = \frac{1}{1 \text{ मीटर}}$$

$$1 \text{ डाइऑप्टर} = \frac{1}{1 \text{ मीटर}}$$

इस प्रकार, 1 डाइऑप्टर उस लेंस की क्षमता है जिसकी फोकस दूरी 1 मीटर हो। चूंकि उत्तल लेंस के लिए f का मान धनात्मक होता है, अतः क्षमता P का मान भी धनात्मक होता है। इसके विपरीत, अवतल लेंस की क्षमता ऋणात्मक होती है क्योंकि f का मान ऋणात्मक होता है।

व्यावहारिक रूप में चश्मा बनाने वाले जब संशोधी लेंस बनाते हैं, उस समय वह लेंस की फोकस दूरी के स्थान पर लेंस की क्षमता का उपयोग करना पसंद करते हैं। यदि किसी लेंस की क्षमता $+4.0$ D है। तब धनात्मक मान उत्तल लेंस को दर्शाती है तथा उसकी फोकस दूरी निम्न होगी–

$$\text{लेंस की क्षमता } (P) = \frac{1}{\text{फोकस दूरी } (f)}$$

$$\text{अथवा फोकस दूरी (f)} = \frac{1}{P} = \frac{1}{4.0} \text{ डाइऑप्टर}$$

$$= 0.25 \text{ मीटर} = 25 \text{ सेमी}$$

अतः उत्तल लेंस की फोकस दूरी 25 सेमी होगी।

13.3.11 लेंसों का उपयोग

दैनिक जीवन में हम अपनी विभिन्न क्रियाकलापों में अलग–अलग प्रकार के लेंसों का उपयोग करते हैं। सामान्यतः हम चश्मों में उत्तल, अवतल अथवा मिश्रित लेंसों का उपयोग करते हैं। पानी की फुहार में छोटी बूँदें भी उत्तल लेंस की तरह व्यवहार करती हैं। इसी प्रकार विभिन्न प्रकार के पारदर्शी बर्तनों या बोतल में भरा पानी या द्रव भी लेंस की ही तरह व्यवहार करता है। आभूषणों में प्रयोग में लाये जाने वाले पारदर्शी पदार्थ (हीरा या काँच) भी विभिन्न प्रकार के लेंसों का कार्य करते हैं।

सामान्यतः उत्तल एवं अवतल लेंसों का उपयोग हम विभिन्न प्रकाशिक उपकरणों में, जैसे फोटोग्राफिक कैमरा, प्रोजेक्टर, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी आदि में व्यापक रूप से करते हैं। मानव एवं जन्तुओं के नेत्रों में भी बाहरी वस्तुओं का प्रतिबिंब, नेत्र के भीतर उत्तल लेंस द्वारा बनता है।

उदाहरण–2 : एक उत्तल लेंस की फोकस दूरी 10 सेमी है। एक 2 सेमी लंबाई की वस्तु लेंस से 15 सेमी दूरी पर रखी है। लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आकार ज्ञात कीजिए। लेंस का आवर्धन भी ज्ञात कीजिए।

हल : उत्तल लेंस की फोकस दूरी f = 10 सेमी

वस्तु की लेंस से दूरी u = –15 सेमी

वस्तु की लंबाई h = 2 सेमी

हम जानते हैं कि

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

u व f का मान रखने पर

$$\frac{1}{10}=\frac{1}{v}-\frac{1}{-15} \qquad =\frac{1}{v}+\frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{v}=\frac{1}{10}-\frac{1}{15} \qquad =\frac{3-2}{30} \qquad =\frac{1}{30}$$

v = 30 सेमी

अतः लेंस से प्रतिबिंब की दूरी 30 सेमी है। v का धनात्मक मान वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब को दर्शाता है।

पुनः लेंस का रेखीय आवर्धन

$$m=\frac{h'}{h}=\frac{v}{u}$$

u, v तथा h का मान रखने पर

$$\frac{h'}{2}=\frac{30}{-15}$$

$$h'=\frac{-30\times 2}{15}$$

h' = –4 सेमी

पुनः हम जानते हैं कि लेंस का रेखीय आवर्धन

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

$$m=\frac{30}{-15}$$

m = –2

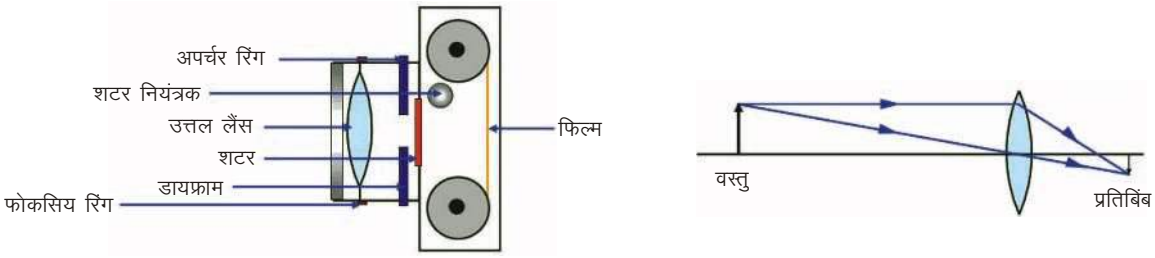
यहाँ m तथा h' के मान का ऋणात्मक चिन्ह उल्टा तथा वास्तविक प्रतिबिंब को दर्शाता है। अतः एक वास्तविक उल्टा तथा 4 सेमी लम्बा प्रतिबिंब लेंस से 30 सेमी. दूरी पर बनता है। यह प्रतिबिंब वस्तु से दो गुना ज्यादा आवर्धित है।

XJ5DUJ

13.4 लेंसों द्वारा बनने वाले कुछ प्रकाशिक यंत्र

1. **फोटोग्राफिक कैमरा** (Photographic Camera) – किसी वस्तु का स्थायी प्रतिबिंब प्राप्त करने के लिए फोटोग्राफिक कैमरे का उपयोग किया जाता है।

कैमरा धातु या प्लास्टिक का बना होता है जिसका आंतरिक भाग काला रखा जाता है। यह प्रकाश रोधी होता है। इस बॉक्स के आगे के भाग में उत्तल लेंस (अभिसारी) लगा होता है जिसका फोकस समंजित किया जा सकता है। इसकी फोकस दूरी कम होती है। इस लेंस को **अभिदृश्यक** लेंस कहते हैं। इस लेंस से बने प्रतिबिंब में कोई दोष नहीं होता है। लेंस के पीछे एक गोल परदा होता है जिसके बीच में एक छिद्र होता है, इसे डायफ्राम कहते हैं। इसके द्वारा कैमरे के अंदर आने वाली प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित किया जाता है और फोटोग्राफिक फिल्म पर प्रतिबिंब बन जाता है। शटर के द्वारा आवश्यकतानुसार एक निश्चित समय के लिए प्रकाश फोटोग्राफिक फिल्म पर डाली जाती है। जिस वस्तु का फोटो खींचना होता है उसे लेंस के सामने लेंस की फोकस दूरी से दुगनी दूरी से अधिक दूरी पर रखा जाता है। इस स्थिति में फिल्म में वस्तु का छोटा, उल्टा एवं वास्तविक प्रतिबिंब बनता है।

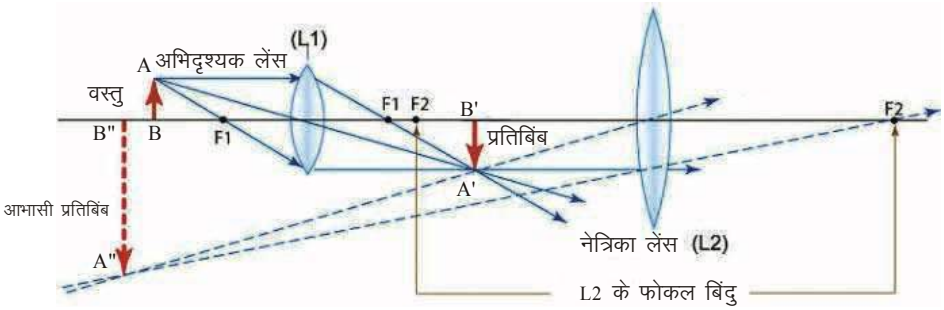


चित्र–21 (अ)

2. **सूक्ष्मदर्शी** (microscope)– एक साधारण उत्तल लेंस सूक्ष्मदर्शी कहलाता है जिसे हम ''पढ़ने वाला'' आवर्धक भी कहते हैं। यह यंत्र सूक्ष्म वस्तु का बड़ा प्रतिबिंब बनता है। कम फोकस दूरी वाला साधारण उत्तल लेंस एक सरल सूक्ष्मदर्शी (simple microscope) कहलाता है। एक से अधिक लेंस का उपयोग होने पर वह संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (compound microscope) कहलाता है।

सरल या साधारण सूक्ष्मदर्शी– जब वस्तु उत्तल लेंस के प्रकाश केंद्र एवं लेंस के फोकस के मध्य रखी होती है, तब वस्तु का प्रतिबिंब सीधा, बड़ा एवं अभासी होता है।

संयुक्त या यौगिक सूक्ष्मदर्शी– इसमें एक खोखली नली के एक सिरे पर एक उत्तल लेंस L_1 लगा रहता है जो वस्तु की ओर रहता है। इसे अभिदृश्यक लेंस कहते हैं। दूसरे सिरे पर एक और खोखली नली लगी होती है। जो अभिदृश्यक वाली नली में चक्री द्वारा आगे पीछे खिसकायी जा सकती है। इस नली में नेत्रिका लेंस L_2 लगा होता है। चक्री द्वारा नली को आगे पीछे सरकाकर अभिदृश्यक लेंस और नेत्रिका लेंस के बीच की दूरी को बदला जा सकता है। अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी तथा द्वारक कम होते हैं जबकि नेत्रिका लेंस की फोकस दूरी या द्वारक अभिदृश्यक की तुलना में कुछ अधिक होते हैं। इस प्रकार वस्तु AB का प्रथम प्रतिबिंब A'B' होता है जो लेंस L_2 के लिए वस्तु का कार्य करती है और अंतिम आवर्धित प्रतिबिम्ब A"B" बनाती है।



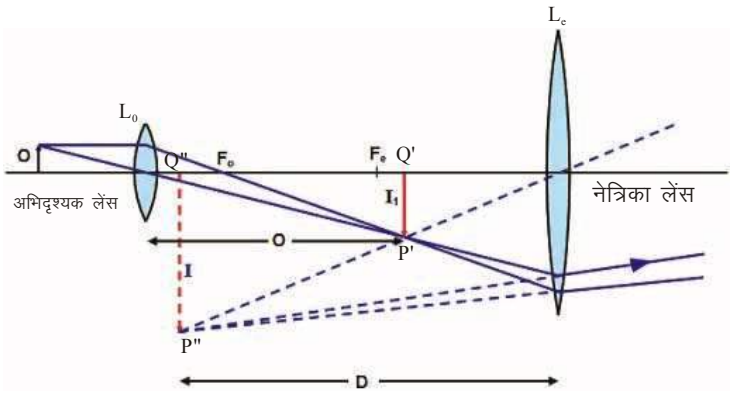
चित्र–21 (ब)

3. दूरदर्शी (Telescope)– यह वह प्रकाशिक यंत्र है जो दूर पर स्थित वस्तु का प्रतिबिंब आँख पर बनाता है। जिससे वस्तु स्पष्ट दिखाई देती है।

इसकी सहायता से चंद्रमा, तारें, ग्रह देखें जा सकते हैं इसके अतिरिक्त पृथ्वी पर स्थित दूर की वस्तुओं को देखने में भी इसका उपयोग किया जाता है।

आकाशीय या खगोलीय दूरदर्शी (Astronomical telescope)– इस यंत्र में दो उत्तल लेंस लगे होते हैं L_O और L_e सामने की ओर स्थित अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी $(f_O + f_e)$ के तुल्य होती है। यहाँ f_1 अभिदृश्यक लेंस (L_O) की फोकस दूरी व f_e नेत्रिका लेंस (L_e) की फोकस दूरी है।

जब वस्तु दूर स्थित हो तो उससे चलने वाली किरणों का प्रतिबिंब लेंस L_O के द्वारा बनता है। अब यदि नेत्रिका लेंस L_e को समंजित किया जाए तो बना प्रतिबिंब P'Q' नेत्रिका लेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है। और वस्तु का बड़ा, वास्तविक व उल्टा प्रतिबिंब P"Q" प्राप्त होता है।



चित्र–21 (स)

मुख्य बिन्दु (Keywords)

उत्तल दर्पण, ध्रुव, अवतल दर्पण, वक्रता केन्द्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य अक्ष, फोकस दूरी आवर्धन, लेंस, उत्तल लेंस, अवतल लेंस, द्वारक, अभिद्रश्यक लेंस, नेत्रिका लेंस

हमने सीखा

- गोलीय दर्पण तथा लेंस वस्तुओं के प्रतिबिंब बनाते है। वस्तु की स्थिति के अनुसार प्रतिबिंब वास्तविक अथवा आभासी हो सकते है।
- सभी प्रकार के परावर्ती पृष्ठ परावर्तन के नियमों का पालन करते हैं। अपवर्ती पृष्ठ अपवर्तन के नियमों का पालन करते हैं।
- गोलीय दर्पणों तथा लेंसों के लिए नई कार्तीय चिन्ह–परिपार्टी अपनाई जाती है।
- दर्पण सूत्र $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ वस्तु की दूरी (u) प्रतिबिंब दूरी (v) तथा गोलीय दर्पण की फोकस दूरी (f) में संबंध दर्शाता है।

- किसी गोलीय दर्पण की फोकस दूरी उसकी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है। $f = \frac{R}{2}$
- किसी गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा वस्तु की ऊँचाई का अनुपात होता है।

  $m = \frac{h'}{h}$
- निर्वात में प्रकाश $3\times10^{8}ms^{-1}$ की चाल से गमन करता है। विभिन्न माध्यमों में प्रकाश की चाल भिन्न–भिन्न होती है।
- लेंस सूत्र $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ वस्तु दूरी (u) प्रतिबिंब दूरी (v) तथा गोलीय लेंस की फोकस दूरी (f) में संबंध दर्शाता है।
- किसी लेंस की क्षमता उसकी फोकस दूरी का व्युत्क्रम होती है। लेंस की क्षमता का मात्रक डाइऑप्टर है।

  लेंस क्षमता $(P) = \frac{1}{\text{फोकस दूरी (f)}}$

अभ्यास प्रश्न

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) अवतल लेंस होता है–

(अ) सदा अपसारी (ब) सदा अभिसारी

(स) न अभिसारी, न अपसारी (द) कभी अपसारी, कभी अभिसारी

(ii) यदि किसी वस्तु को दर्पण के ध्रुव और फोकस बिन्दु के बीच रखने पर सीधा प्रतिबिंब बने तथा फोकस और अनन्त के बीच किसी भी स्थान में रखने पर वास्तविक और उल्टा प्रतिबिंब बने तो, वह दर्पण होगा–

(अ) अवतल (ब) उत्तल

(स) समतल (द) उत्तल अथवा समतल

(iii) उत्तल दर्पण से बना प्रतिबिंब होता है सदैव–

(अ) वस्तु से छोटा (ब) वस्तु से बड़ा

(स) समान आकार का (द) वास्तविक

(iv) अवतल लेंस से बना प्रतिबिम्ब सदैव होता है–

(अ) छोटा तथा आभासी (ब) बड़ा तथा सीधा

(स) छोटा तथा उल्टा (द) छोटा तथा वास्तविक

(v) एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 40 से.मी. है। एक वस्तु को लेंस से 40 से.मी. रखने पर, वस्तु का प्रतिबिंब बनेगाः–

(अ) अनंत दूरी पर (ब) लेंस के दूसरी ओर 40 से.मी. पर

(स) वस्तु के पीछे (द) लेंस तथा वस्तु के बीच में

(vi) एक लेंस को पुस्तक के पृष्ठ पर रखकर 3 से.मी. ऊपर उठाने से अक्षर कुछ बड़े तथा सीधे दिखाई देते हैं। लेंस की फोकस दूरी होगी:–

(अ) 3 से.मी. (ब) 3 से.मी. से कम

(स) 3 से.मी. से अधिक (द) 1/3 से.मी.

2. रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए–

(i) उत्तल दर्पण में प्रत्येक स्थिति में बना हुआ प्रतिबिंब वस्तु से ..... एवं ..... होता है।

(ii) उत्तल लेंस से वास्तविक तथा समान आकार का प्रतिबिंब प्राप्त करने हेतु वस्तु को रखना होगा .....।

(iii) एक लेंस की क्षमता + 5D है तब लेंस की फोकस दूरी ..... से.मी. होगी।

(iv) उत्तल लेंस की फोकस दूरी 25 से.मी. है तो उसकी क्षमता ..... होगी।

3. गोलीय दर्पण की वक्रता त्रिज्या तथा फोकस दूरी में संबंध लिखिए।

4. किस–किस प्रकार के दर्पण में रेखीय आवर्धन 1 से छोटा, 1 के बराबर तथा 1 से अधिक होता है।

5. वाहनों के साइड दर्पण में उत्तल दर्पण का ही प्रयोग किया जाता है क्यों?

6. प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त करने के लिए कौन से दर्पण का प्रयोग करना उचित होगा।

7. समान्तर आपतित किरणों के परावर्तन के आरेख बनाकर स्पष्ट कीजिए कि किस प्रकार का दर्पण अभिसारी होता है तथा किस प्रकार का दर्पण अपसारी।

8. गोलीय दर्पण के लिये निम्न को परिभाषित कीजिए–

(i) वक्रता केन्द्र (ii) वक्रता त्रिज्या (iii) ध्रुव (iv) द्वारक

9. लेंसो की अभिसारी एवं अपसारी प्रकृति की व्याख्या कीजिए।

10. लेंस की क्षमता क्या है? इसकी इकाई लिखिए।

11. लेंस से संबंधित चिन्ह परिपाटी लिखिए।

12. 50 सेमी फोकस दूरी वाले उत्तल लेंस तथा अवतल लेंस की क्षमता कितनी होगी?

13. 10 सेमी फोकस वाले गोलीय अवतल दर्पण के ध्रुव से 15 सेमी दूरी पर वस्तु स्थित है। दपर्ण द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब की प्रकृति, स्थिति तथा आवर्धन ज्ञात कीजिए। (v= –30 cm, m = 2)

14. एक गोलीय उत्तल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 30 सेमी है। 5 सेमी लंबाई वाली एक वस्तु दर्पण के ध्रुव के 10 सेमी दूरी पर रखी हुई है। दर्पण द्वारा बनाने वाले प्रतिबिंब की प्रकृति स्थिति तथा लंबाई ज्ञात कीजिए। (v= 6 cm, i = 3 cm)

15. एक गोलीय अवतल दर्पण की फोकस दूरी 10 सेमी है। किसी वस्तु का 5 गुना बड़ा प्रतिबिंब के लिये वस्तु को दर्पण से कितनी दूरी पर रखी जाए कि प्रतिबिंब (i) वास्तविक हो (ii) आभासी हो? (i) u = –12 cm (ii) u = –8 cm)

16. एक गोलीय उत्तल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 30 सेमी है दर्पण से 12 सेमी दूरी पर रखी वस्तु का प्रतिबिंब कहाँ और कैसा बनेगा? यदि दर्पण अवतल होता तो प्रतिबिंब कहाँ बनेगा? (उत्तल v = 6.66 cm, अवतल v = 60 cm.)

17. उत्तल दर्पण से 30 सेमी दूर रखी वस्तु का प्रतिबिंब 10 सेमी दूर बनता है। उत्तल दर्पण की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

18. एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 12 से.मी. है यदि किसी वस्तु को लैंस के फोकस पर रखा जाय तो, प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात कीजिये? (अनन्त पर)

19. एक उत्तल लेंस की फोकस दूरी 15 से.मी. है। किसी वस्तु का वास्ताविक एवं तीन गुण बड़ा प्रतिबिंब बनने के लिये वस्तु को लेंस के सामने कहाँ रखना पड़ेगा। (–20 से.मी.)

20. एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 30 से.मी. है। लेंस के फोकस पर 30 से.मी. लंबी वस्तु रखने पर प्रतिबिंब की स्थिति तथा आकार की गणना कीजिए। ($V = -15, h' = 15$ cm.)

21. एक अवतल लेंस से 30 से.मी. दूरी पर वस्तु रखने से बनने वाले प्रतिबिंब का आकार वस्तु के आकार का 2/3 बनता है। लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। (–60 से.मी.)

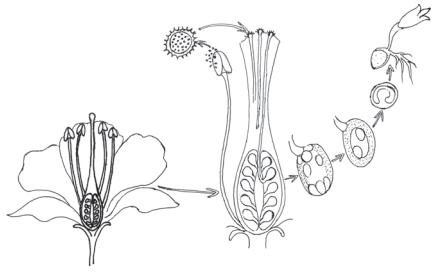
22. 50 से.मी. फोकस दूरी वाले उत्तल लेंस द्वारा किसी वस्तु के बनने वाले प्रतिबिंब की स्थिति बताइये यदि वस्तु को लेंस से (i) 25 से.मी. (ii) 75 से.मी. की दूरी पर रखा जाये? (–50 से.मी., 150 से.मी.)

23. 1.5 D क्षमता वाले लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। (50 से.मी.)

24. 20 से.मी. फोकस दूरी वाले अवतल लेंस की क्षमता ज्ञात कीजिये। (–5 D)

अध्याय–14

जैविक प्रक्रियाएँ: प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन



LIFE PROCESSES: REPRODUCTION GROWTH AND DEVELOPMENT

आपने कक्षा 9वीं में पढ़ा था कि सभी सजीव कोशिकाओं के बने होते हैं। पूर्ववर्ती कोशिकाओं से ही नई कोशिकाएँ बनती हैं। आपने यह भी जाना था कि जन्तुओं के अनिषेचित अंडे और पौधों के अंडाणु, दोनों एक कोशिका हैं। पिछली कक्षाओं में आपने बीज बनने की प्रक्रिया का अध्ययन भी किया है। आपने शायद कभी न कभी एक निषेचित अंडे से पूरा जन्तु और एक बीज से पौधा उगते देखा होगा।

- यदि अनिषेचित अंडा एक कोशिका है तो क्या निषेचित अंडों में एक से अधिक कोशिकाएँ होंगी?
- क्या बीज भी कई कोशिकाओं का बना होता है?

आपको यह जानकार आश्चर्य होगा कि जब तक प्रजनन की प्रक्रिया से बने निषेचित अंडे में विभाजन की प्रक्रिया शुरू नहीं होती, यह एक कोशिकीय अवस्था में ही रहता है। मनुष्यों में, निषेचन के लगभग 2 से 30 घंटे में माँ (मादा) के गर्भ में अंडा विभाजित होने लगता है। मुर्गी के अंडे में विभाजन की प्रक्रिया निषेचन के लगभग 3 घंटे में होती है एवं कई पुष्पीय पौधों में निषेचन के लगभग 24 घंटे में अंडे का विभाजन शुरू होता है।

- अण्डे में विभाजन की प्रक्रिया के शुरू होने के लिए क्या निषेचन की कोई भूमिका है?
- प्रजनन के लिए क्या नर और मादा जीवों का होना अनिवार्य है?
- प्रजनन की प्रक्रिया से क्या हू–ब–हू जनक जैसी संतानें उत्पन्न होती हैं?
- क्या प्रजनन जीव के लिए अनिवार्य जैविक प्रक्रिया है?
- क्या प्रजनन योग्य बनने में वृद्धि और परिवर्धन की कोई भूमिका है?

आइए इस अध्याय में प्रजनन व उनसे जुड़ी प्रक्रियाओं के अध्ययन से इन सवालों के जवाब ढूँढने की कोशिश करते हैं।

किसी भी जीव के जीवित रहने के लिए पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन, वृद्धि और परिवर्धन जैसी जैविक प्रक्रियाएँ ज़रूरी हैं। प्रजनन ऐसी जैविक प्रक्रिया है जिससे विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। प्रजनन की अनिवार्यता का संबंध जीवों के जीवित रहने से सीधा जुड़ा हुआ नहीं है परंतु किसी भी प्रजाति के अस्तित्व के लिए उस प्रजाति के जीवों में प्रजनन की क्षमता होना अनिवार्य है। इन सभी जैविक प्रक्रियाओं का आपस में नियंत्रण एवं समन्वय ज़रूरी है। आइए हम ऐसी संरचनाओं और प्रक्रियाओं का अध्ययन मुख्य रूप से मनुष्य व पौधों में करें जो प्रजनन, वृद्धि व परिवर्धन से जुड़े हों।

14.1 मनुष्य में प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन

मनुष्यों में नर और मादा स्पष्ट रूप से अलग पहचाना जा सकता है। ऐसा ही कई अन्य जीवों में भी होता है। आइए प्रजनन में नर और मादा की भूमिका को समझने का प्रयास करें।

14.1.1 प्रजनन : नर और मादा की भूमिका

निषेचन की प्रक्रिया से लेकर बच्चे के शरीर के संगठन व सम्पूर्ण विकास में मनुष्य नर और मादा की भूमिका होती है। प्रजनन की ऐसी प्रक्रिया जिसमें नर और मादा की भूमिका होती है, लैंगिक प्रजनन कहलाती है। मनुष्य का जीवन एक कोशिका से शुरू होता है। इस कोशिका की संरचना और कार्य के बारे में कई सालों से लोगों में कौतूहल बना रहा है।

चित्र–1

लोगों के मन में कुछ इस प्रकार के सवाल थे–

- क्या मनुष्य की प्रजनन संबंधी कोशिकाओं में एक छोटा मनुष्य पहले से ही है?
- क्या मनुष्य बनने के सभी कारक नर से आते हैं और मादा में सिर्फ बच्चे बनने के लिए अनुकूल परिस्थिति होती है?

हज़ारों सालों से लोगों में इन सवालों पर मतभेद बना रहा। 17वीं शताब्दी में कुछ वैज्ञानिकों ने अंडे को ही जीवन के लिए सबसे महत्वपूर्ण इकाई माना। पर सवाल यह था कि नर जीव या नर जनन कोशिका की क्या भूमिका होगी? सूक्ष्मदर्शी के विकास से जब कोशिकाओं का गहराई से अवलोकन होने लगा तो उनमें कोई छोटा मनुष्य नज़र नहीं आया। बल्कि यह देखा गया कि नर जनन कोशिका पूँछ वाली छोटी सी संरचना होती है जिसमें केंद्रक एवं बहुत कम मात्रा में खाद्य संसाधन होते हैं। मादा जनन कोशिकाएँ बड़ी होती हैं एवं उनमें केंद्रक और काफी मात्रा में खाद्य संसाधन होते हैं। कोशिका सिद्धान्त के प्रतिपादक, श्लेडेन, श्वान और विरचॉव ने महज 200 साल पहले जनन कोशिकाओं के अध्ययन से इन बातों की पुष्टि हुई। उन्होंने नर और मादा जनन कोशिकाओं के केंद्रक के संयोजन की प्रक्रिया का अध्ययन किया। उन्होंने सुझाया कि नर और मादा के जनन कोशिकाओं की एक जैसी भूमिका होती है क्योंकि यह दोनों कोशिकाएँ हैं। इन्हीं दिनों यह भी स्पष्ट हो रहा था कि इन्हीं कोशिकाओं के ज़रिए माता और पिता के लक्षण बच्चों तक पहुँचते हैं। इन्हीं कोशिकाओं के केंद्रक में लक्षण के कुछ कारक होते हैं जिनके द्वारा एक पीढ़ी से दूसरे पीढ़ी तक माता–पिता के लक्षण पहुँचते हैं। इन कोशिकाओं को युग्मक (gametes) कहा गया। युग्मकों के संयोजन से बनी कोशिका को युग्मनज (zygote) कहा गया। युग्मनज में माता और पिता के जनन कोशिकाओं के आनुवंशिक पदार्थ एकत्रित होते हैं और एक नया केंद्रक बनता है। इसी केंद्रक में, संतान के पूर्ण गठन का निर्देश होता है। युग्मनज बनने में नर और मादा की भूमिका हमें कई जीवों में नजर आती है। इस प्रकार के जीवों में नर या मादा के शरीर के गठन अलग–अलग होते हैं या एक ही शरीर के अलग–अलग हिस्सों में नर और मादा जनन अंग पाए जाते है जैसा कि केंचुआ, जोंक आदि। रीढ़ की हड्डी वाले प्रायः सभी जीव, कुछ प्रकार के कीड़े मकोड़े जैसे टिड्डा, तितली, मधुमक्खी, केंचुआ, घोंघा, सीप, पुष्पीय पौधे, काई, फर्न आदि में प्रजनन की प्रक्रिया में नर और मादा की अहम भूमिका होती है। प्रजनन की इस प्रक्रिया को लैंगिक प्रजनन कहा जाता है। अलैंगिक प्रजनन जैसा कि जीवाणु, यीष्ट, कई पौधे (आलू, घास, गुलाब आदि) में होता है, नर और मादा की भूमिका नहीं होती है।

आइए, मनुष्य के शरीर के गठन सम्बन्धी प्रक्रियाओं के बारे में अध्ययन से नर और मादा के शरीर गठन व जनन अंगों में होने वाली प्रक्रियाओं के बारे में समझने का प्रयास करें।

क्या आप जानते हैं?

दक्षिण अमेरिका में पाई जाने वाली एक प्रकार की छिपकली में पीढ़ी मादा छिपकलियों से ही चलती है। उनमें किसी भी पीढ़ी में नर नहीं पाया जाता।

14.1.2 मनुष्य में वृद्धि और परिवर्धन

आपने अपने आस पास बच्चों का जन्म होते एवं उनको बढ़ते देखा होगा। आपके मन में यह सवाल आता होगा कि कैसे एक छोटा सा बच्चा इतना बड़ा हो जाता है?

चलिए अपने शरीर से संबन्धित कुछ आंकड़ों को जुटाने का प्रयास करें ताकि हम अपनी वृद्धि के बारे में कुछ अनुमान लगा सकें।

क्रियाकलाप–1

अपने घर के किसी भी छोटे बच्चे की लंबाई और उसकी हथेली की लंबाई ज्ञात कीजिए। साथ ही अपनी लंबाई और अपने हथेली की लंबाई भी ज्ञात कीजिए।

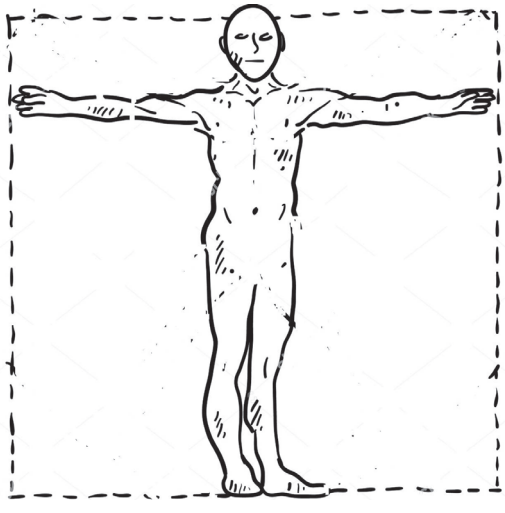
आँकड़ों को निम्नलिखित तालिका में भरकर अनुपात ज्ञात कीजिए–

सारणी 1 : शरीर के अंगों का अनुपात

क्र.	सदस्य	लंबाई (H)	हथेली की लंबाई (L)	L_2/L_1	H_2/H_1	L_1/H_1	L_2/H_2
1.	छोटा बच्चा						×
2.	आप					×	

* छोटा बच्चा $L_1 H_1$, आप $L_2 H_2$

- क्या आपके व बच्चे, दोनों के हथेली (H) और लंबाई (L) का अनुपात एक समान है L_1/H_1 और L_2/H_2 का मिलान करें?
- यह अनुपात क्या दर्शा रहा होगा?
- क्या हमारी हथेली हमारी लम्बाई जितनी तेज़ी से बढ़ती है?
- अगले दिन कक्षा में आप अपनी सारणी के अन्तिम स्तम्भ (L_2/H_2) का मिलान अपने दोस्तों से करें। क्या यह अनुपात छोटे बच्चे के अनुपात की तुलना में आपके साथियों के अनुपात से ज्यादा मिलता–जुलता है?
- क्या इन अनुपातों के आधार पर हम यह कह सकते हैं कि हमारा शरीर एक विशेष अनुपात में ही बढ़ता है?
- क्या हम यह भी कह सकते हैं कि हमारे कुछ अंग अन्य अंगों की तुलना में ज्यादा तेज़ी से बढ़ते हैं?



चित्र–2 : वर्ग में मनुष्य का शरीर

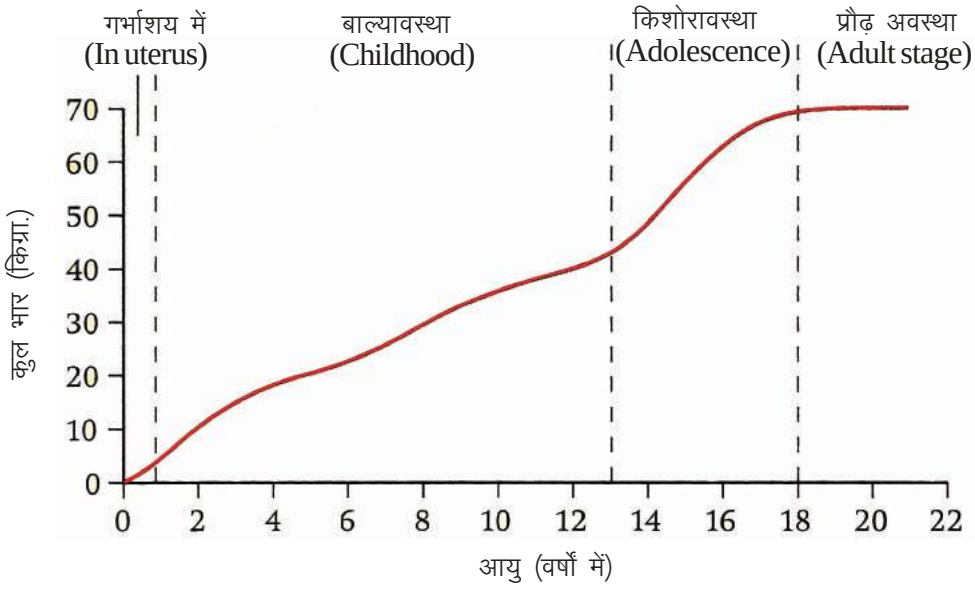
सारणी से हमें दो तरह के आंकड़े मिलते हैं। एक तो हमारे अपने शरीर के अलग–अलग हिस्सों का अनुपात, जैसे हमारी हथेली की लंबाई और हमारे शरीर की लंबाई का अनुपात। दूसरा ऐसे आंकड़े जिससे यह अनुमान लगाया जा सके कि शरीर के इन हिस्सों में वृद्धि कितनी तेज़ है। आपने बच्चे के हथेली के साथ जब अपनी हथेली का अनुपात लिया होगा और बच्चे की लंबाई और अपनी लंबाई का अनुपात लिया होगा तब आपने पाया होगा कि हथेली की अपेक्षा आपके शरीर की लंबाई अधिक बढ़ी है। इससे यह प्रतीत होता है कि हमारे शरीर के अंग एक निश्चित अनुपात में बढ़ते हैं।

शरीर के एक निश्चित अनुपात में बढ़ने का अवलोकन कई सालों से चल रहा है। आज से लगभग 500 साल पूर्व के एक चित्र में (चित्र–2 जैसा) मानव शरीर को एक वर्ग के अंदर बनाया गया तथा यह दर्शाने का प्रयास किया गया कि हमारे हाथों का फैलाव हमारे लंबाई जितना है।

- आप अपने शरीर के इन आँकड़ों का पता लगाइए और इस चित्र की जाँच कीजिए।

एक कोशिका से बहुकोशिकीय संरचना के रूप में शरीर का गठन होने में, समय के साथ–साथ कुल भार में होने वाली बढ़ोतरी वृद्धि है।

किसी भी बच्चे का वयस्क होने तक कुल भार में होने वाले बदलाव के आँकड़ों को समय के साथ एक ग्राफ बनाकर दर्शाया जाए तो वो चित्र–3 की तरह होगा।



चित्र–3 : समय के साथ मनुष्य के कुल भार में परिवर्तन का निरुपण

- ग्राफ देखकर बताइए कि किस उम्र के बीच भार में सबसे तेज़ वृद्धि होती है? क्या इस दौरान लम्बाई में भी वृद्धि होती है?
- किस उम्र के बाद वृद्धि धीमी हो जाती है?

जब वृद्धि एक निश्चित अनुपात में होती है तो इसे परिवर्धन कहा जाता है। इससे अलग–अलग अंग बनते हैं। अंगों के बनने में आपके शरीर के कुछ हिस्से तेजी से बढ़ते हैं जबकि कुछ हिस्सों में या तो वृद्धि धीमी गति से चलती है या लगभग बंद हो चुकी है। गर्भ में पल रहे बच्चे के शरीर में भी वृद्धि दर में अंतर से ही हाथ, पैर इत्यादि अंगों का गठन होता है। गर्भ में पल रहे लगभग तीन महीने के किसी बच्चे के धड़ के चार बिन्दुओं की कोशिकाएँ अपनी पड़ोसी कोशिकाओं से ज्यादा तेज़ी से विभाजित होने लगती हैं। इसके फलस्वरूप भुजाएँ कलिकाओं के रूप में नजर आने लगती हैं। इसके अलावा कुछ हिस्से अलग–अलग कार्य करने के लिए विशेषीकृत हो जाते हैं। उदाहरण के लिए, गर्भ में पल रहे बच्चे की त्वचा के एक हिस्से की कोशिकाएँ प्रमुख रूप से आस पास में बने अंगों से स्रावित होने वाले कुछ रसायनों के प्रभाव से तंत्रिका तंत्र की कोशिकाओं में बदल जाती हैं। जैसे–जैसे हम बढ़ते हैं हमारे शरीर में कई बदलाव नज़र आने लगते हैं।

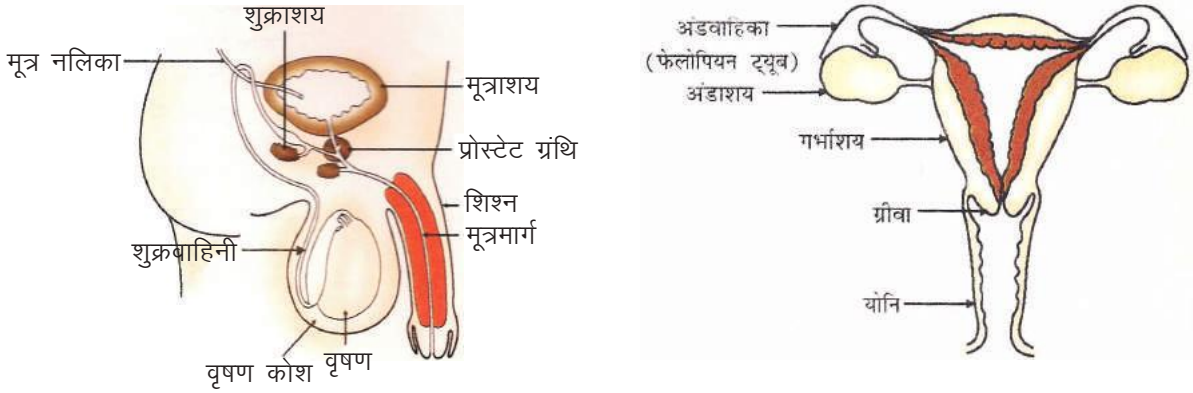
14.1.3 नर और मादा शरीर में वृद्धि और परिवर्धन

नर और मादा शरीर में वृद्धि और परिवर्धन से हमारे शरीर में कई बदलाव आते हैं।

गर्भ में पल रहे बच्चे में नर और मादा जनन अंग का निर्माण छठे से सातवें हफ्ते में होने लगता है। पर ये जन्म के बाद एक निश्चित उम्र में क्रियाशील होते हैं।

बचपन से ही हमारा शरीर बदलता रहता है। जब हम 10–14 साल के होते हैं तब बदलाव की गति कुछ तेज हो जाती है। वजन और लंबाई के साथ–साथ भूख भी बढ़ती है। शरीर के कुछ हिस्सों पर माँस बढ़ने लगता है। जैसे की स्तनों पर, जांघों पर आदि। बगल और प्रजनन अंगों पर बाल आने लगते हैं। कई लड़के, लड़कियों में चेहरे पर मुँहासे निकलना शुरू हो जाते हैं, इस अवस्था को किशोरावस्था कहा जाता है।

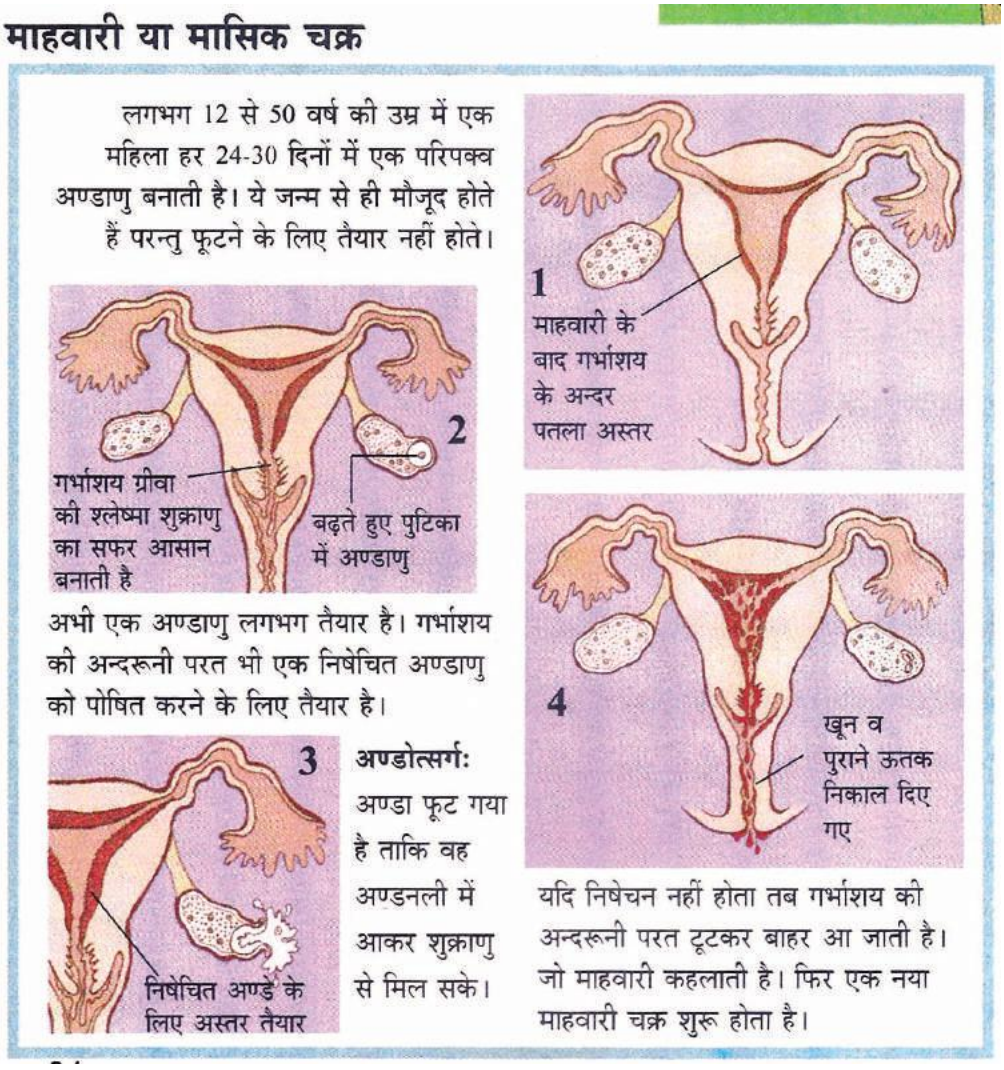
शारीरिक बदलाव के साथ–साथ स्वभाव में भी बदलाव आने लगता है। शरीर में होने वाले बदलावों से संबन्धित सवालों का जवाब ढूँढ़ने की कोशिश और कई बार संतुष्ट न होने से चिड़चिड़ापन नजर आता है। स्वभाव में बदलाव या शरीर के बाहरी बदलाव तो आसानी से दिख जाते हैं पर अंदर होने वाले बदलाव दिखाई नहीं देते हैं। जैसे कि हमें पता है कि बच्चा गर्भ में बढ़ता है, परंतु हम सब को यह पता नहीं होगा कि गर्भ में बच्चे के ठहरने की तैयारी के लिए क्या–क्या बदलाव होते हैं? नर के जनन अंगों में क्या बदलाव होता है? इन बदलावों को समझने के लिए हमें शरीर के अंदर की जनन अंगों की संरचना को समझना होगा बदलाव में जिनकी महत्वपूर्ण भूमिका होती है। चित्र–4 में नर और मादा जनन अंगों को दर्शाया गया है।



चित्र–4 : मनुष्य के नर व मादा जनन अंग

किशोरावस्था के दौरान लड़कों में आवाज़ और शरीर गठन में बदलाव आता है। चेहरे पर दाढ़ी, मूंछ एवं शरीर के अन्य हिस्सों जैसे छाती, बगल, जनन अंग आदि पर बाल उगने लगते हैं। जनन अंग क्रियाशील होने से शुक्राणु का निर्माण वृषण में होता है। वृषण में शरीर के तापमान से कम तापमान होता है जिससे शुक्राणु यहाँ लम्बे समय तक संग्रहित रहते हैं। लड़कियों में किशोरावस्था के समय माहवारी (menstrual cycle) की प्रक्रिया शुरू होती है। चित्र–5 में माहवारी के कुछ अवस्थाओं को दर्शाया गया है।

लड़की के शरीर के मादा जनन अंग में किशोरावस्था (आम तौर पर 10 से 14 वर्ष) में होने वाले बदलाव माहवारी की प्रक्रिया से शुरू होते हैं। यह प्रक्रिया एक चक्र के रूप में चलती है। इससे लड़की के शरीर में गर्भाधान की तैयारी होती है। यदि इस अवस्था में अंडाणु व शुक्राणु सम्पर्क में आ जाते हैं तो नई संतति के बनने की प्रक्रिया शुरू हो जाती है। इस सम्पर्क के अभाव में माहवारी की प्रक्रिया शुरू हो जाती है।



चित्र–5 : माहवारी की कुछ अवस्थाएँ (Stages of menstrual cycle)

सिर्फ गर्भाधान की अवस्था को छोड़कर 12 से 50 वर्ष के उम्र के बीच लड़कियों व महिलाओं को हर माह माहवारी आती है। इसका मतलब यह है कि माहवारी के एक बार शुरू होने से लेकर हमेशा के लिए बंद होने तक एक महिला में बच्चे को जन्म देने की क्षमता होती है। मगर 18 से 22 साल के उम्र में ही अंगों का पूर्ण विकास और मानसिक रूप से बच्चे को जन्म देने की तैयारी हो पाती है।

निषेचन से युग्मकों अर्थात् शुक्राणु और अंडाणु का मेल होता है जिससे ''युग्मनज (zygote)'' बनता है। निषेचन की प्रक्रिया मादा के योनि मार्ग से शुरू होती है जहाँ हजारों, लाखों शुक्राणु नर के शिश्न द्वारा मादा के योनि मार्ग में उत्सर्जित किए जाते हैं। यहीं से पूँछ वाले शुक्राणु पूँछ की सहायता से तैरते हुए अंडवाहिनियों तक पहुँचते हैं परन्तु केवल एक शुक्राणु ही अंडाणु से मिलने में सफल हो पाता है।

14.2 पौधों में नर व मादा जनन अंग और निषेचन

सभी जीवों में जहाँ नर और मादा जनन कोशिकाएँ या युग्मक बनते हैं, उनमें जनन अंग पाए जाते हैं।

- क्या पौधों में भी ऐसा ही होता होगा?

XJVFAN

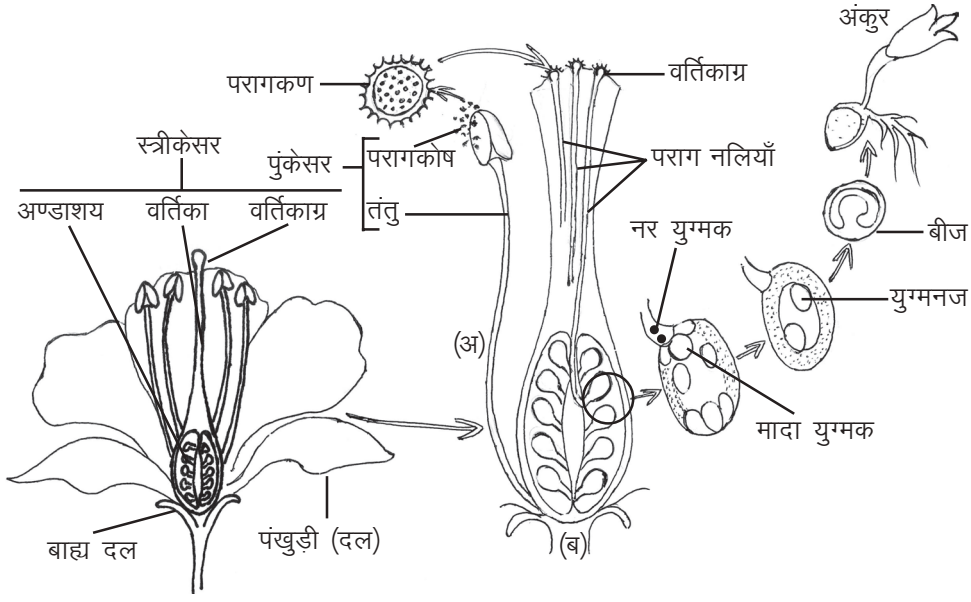
पौधों के बारे में आपने पिछली कक्षाओं में पढ़ा है। हम जानते हैं कि पौधों के फूलों में नर व मादा जनन अंग पाए जाते हैं, चित्र–6 देखिए। पौधों के फूलों में नर और मादा जनन अंग कहाँ होते हैं जानने के लिए चलिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–2

इसके लिए आपको फूल (धतूरा/रेल्वेक्रीपर), स्लाइड, ब्रश, चिमटी, नीडल, पेट्रीडिश/वॉचग्लास, कवरस्लिप, सूक्ष्मदर्शी (Dissecting) ग्लिसरीन की आवश्यकता होगी। चुने हुए फूल को हाथ में लेकर उसके विभिन्न अंगों का अवलोकन कीजिए। सबसे पहले चिमटी की सहायता से (चित्र–6 अ व ब की मदद से) नर तथा मादा जनन अंगों को अलग कीजिए।

किसी भी फूल के पुंकेसर के समूह को नर जनन अंग या पुमंग कहा जाता है। इसमें परागकोष (anther lobe) और तंतु (filament) योजी (connective) द्वारा जुड़ा हुआ दिखता है। परागकोष के अन्दर परागकण (pollen grain) होते हैं जो नर प्रजनन इकाई है। इनमें नर जनन कोशिका या युग्मक होते हैं। फूल में स्त्रीकेसर के समूह को मादा जनन अंग या जायांग (gynoeciun) कहा जाता है। यह फूल का मादा जनन अंग है, इसमें अण्डाशय (ovary), वर्तिका (style), वर्तिकाग्र (stigma) दिखता है और वर्तिकाग्र– स्त्रीकेसर का शीर्ष भाग है। वर्तिका, अण्डाशय व वर्तिकाग्र को जोड़ने वाला भाग है। अण्डाशय स्त्रीकेसर के नीचे का फूला हुआ भाग है जिसके आड़ी व खड़ी काट को सेफ्रेनिन में रंजित करके साफ पानी से धोएँ व स्लाइड में रखकर सूक्ष्मदर्शी में अवलोकन करें। अपने अवलोकनों को अपनी कॉपी में दर्ज करें।

परागकोष से स्त्रीकेसर के वर्तिकाग्र पर परागकण का पहुँचना परागण (pollination) की क्रिया कहलाती है। परागण यदि एक ही पौधे के फूलों के नर और मादा अंगों के बीच या एक ही फूल के नर और मादा अंग के बीच हो तो स्वपरागण (self pollination) कहलाता है। एक ही जाति के अलग–अलग पौधों के फूलों के नर और मादा अंगों के बीच परागण की क्रिया को परपरागण (cross pollination) कहा जाता है।



चित्र–6: पुष्प में नर और मादा जननांग और निषेचन से अंकुरण तक की अवस्थाएँ

परागण के पश्चात् यदि वर्तिकाग्र या वर्तिका में परागकण का अंकुरण होता है तो परागनली (pollen tube) के ज़रिये परागकण का नर जनन कोशिका अंडाणु तक पहुँचता है और निषेचन (fertilization) की प्रक्रिया होती

है। इसके पश्चात् बीज (seed) बनने की प्रक्रिया शुरू होती है। चित्र की मदद से इसके आगे की प्रक्रियाओं का अवलोकन कीजिए। चित्र–6 में निषेचन से लेकर अंकुरण तक की अलग–अलग अवस्थाएँ दर्शाइ गई हैं। बीज से अंकुर बनने की प्रक्रिया का अध्ययन आप पहले भी कर चुके हैं।

- किसी बीज के अंकुरण (germination) के लिए कौन सी परिस्थितियाँ जरूरी हैं?

आम, संतरा, महुआ, जामुन इत्यादि फलों को खाकर इनके बीज और गुठलियों को फेंक देने से अक्सर बारिश के एक या दो बौछारों के बाद इन बीजों में अंकुर फूट आता है। धीरे धीरे अंकुर एक छोटा–सा पौधा बन जाता है और बड़ा होने पर फूल और फल से लदा पेड़ बन जाता है। इस प्रक्रिया में अंकुर की लंबाई, मोटाई और भार में बहुत बड़ा अंतर आ जाता है। पौधों में अंकुरण के बाद होने वाले कुछ बदलावों का क्रियाकलाप–3 द्वारा अवलोकन करते हैं।

क्रियाकलाप–3

मूँग या सरसों के कुछ बीजों को एक गमले में बोएँ। इस दिन को पहले दिन के रूप में नोट कर लें। रोज थोड़ा पानी छिड़कते रहिए जिससे उगने वाले पौधे सूख न जाए। हर दो दिन में होने वाले परिवर्तनों का लेखा जोखा तैयार कीजिए। हर दिन पौधे की लंबाई जरूर ज्ञात कीजिए।

- कुल 30 दिनों में पौधे की लंबाई कितनी बढ़ी?
- आपके आँकड़ों को ग्राफ कागज पर x एवं y अक्षों पर दर्शाइए।
- क्या वृद्धि एक समान दर से हो रही है?
- पौधे में कब दो पत्तियाँ दिखी?
- अगली दो पत्तियाँ कब बनी?
- क्या पत्तियों की संरचना में भी कोई अंतर आया?

प्रजनन में वृद्धि और परिवर्धन बुनियादी प्रक्रियाएँ हैं। चाहे प्रजनन जनक जीव के शरीर के टुकडों से, विखंडन से या किसी विशेष अंग की कोशिकाओं से हो, हर प्रक्रिया में संसाधन (resources) और ऊर्जा (energy) की जरूरत होती है। वृद्धि की प्रक्रिया में इनका संचय होता है।

- आखिर वृद्धि कैसे होती है तथा एक प्रकार की कोशिकाएँ दूसरे प्रकार में कैसे बदलती हैं?
- क्या शरीर की कोशिकाएँ लंबाई और चौड़ाई में बढ़ जाती हैं? क्या कोशिकाएँ विभाजित हो जाती हैं? या दोनों प्रक्रियाएँ साथ–साथ चलती होंगी?

14.3 कोशिका विभाजन एवं वृद्धि और परिवर्धन (Cell division, Growth and Development)

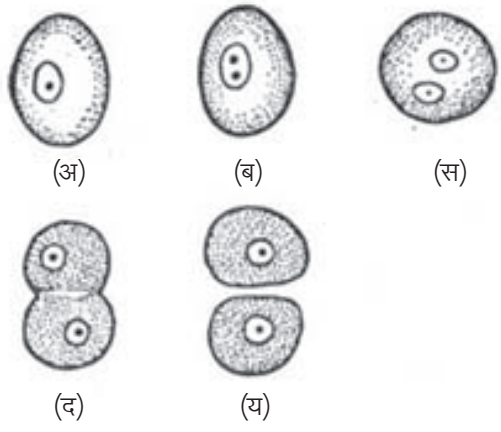
हमारे शरीर में कई प्रक्रियाएँ जैसे वृद्धि (growth), मरम्मत (repair), प्रतिरक्षा (defence) आदि हेतु कोशिका विभाजन निरंतर चल रहा होता है ऐसी स्थिति में कोशिकीय स्तर पर तो प्रजनन हो रहा होता है परन्तु यह आवश्यक नहीं है कि जीव स्तर पर भी प्रजनन हो रहा हो। उदाहरण के लिए हमारी त्वचा की कोशिकाओं में विभाजन से उनमें प्रजनन हो रहा हो तो जरूरी नहीं कि जनन कोशिकाओं के निषेचन की प्रक्रिया से युग्मनज भी बन रहा होगा। हमारे शरीर की कोशिकाओं में विभाजन की प्रक्रिया एक तरह से चलती रहती है तो प्रजनन अंगों में एक अन्य तरीके से। प्रजनन अंगों में होने वाली कोशिका विभाजन से जनन कोशिकाएँ बनती हैं। जीव जगत में जितने भी नर और मादा प्राणी हैं, उन सब में जनन कोशिकाएँ बनती हैं। चलिए कोशिका विभाजन की प्रक्रिया के बारे में अध्ययन करके विभाजन की इन दोनों प्रक्रियाओं को समझने का प्रयास करें।

14.3.1 कोशिका विभाजन

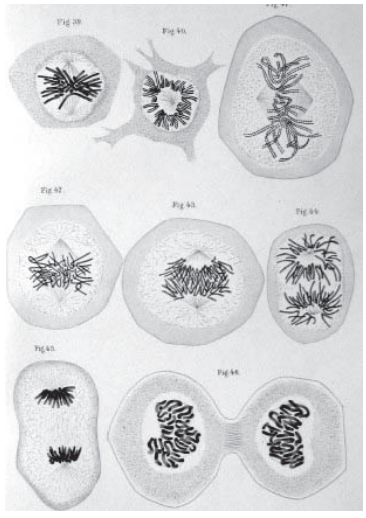
कक्षा–9वीं में आपने पढ़ा है कि पूर्ववर्ती कोशिकाओं से ही नई कोशिकाएँ बनती हैं। आइए, एक कोशिका से नई कोशिकाएँ बनने की प्रक्रिया को विस्तार से समझते हैं।

कभी आपके मन में भी यह सवाल आया होगा कि हम छोटे से बड़े कैसे हो जाते हैं? या एक छोटे बीज से बड़ा पौधा कैसे बन जाता होगा? आखिर शरीर में क्या प्रक्रियाएँ चल रही होंगी जिसकी वजह से यह परिवर्तन सम्भव हो पाता है?

पिछले 300 सालों से कोशिकीय संदर्भ में इस दिशा में अध्ययन चल रहा है। उन दिनों के चिकित्सकों के लिए भी शरीर के कुछ ऊतकों में अनियंत्रित कोशिकीय विभाजन (हम जिसे कैंसर के नाम से जानते हैं) एक चुनौती बना हुआ था। इस विषय का अध्ययन करते हुए ही उन्हीं दिनों के एक चिकित्सक ने पाया कि कोशिका विभाजन की सूचना केंद्रक से आती है (कक्षा 9 में आपने केंद्रक की भूमिका का अध्ययन किया है)। केंद्रक के विभाजन के बाद कोशिकीय द्रव्य और झिल्ली भी विभाजित होती है।



चित्र–7 (अ) : कोशिका विभाजन



चित्र–7 (ब) : वाल्टर फ्लेमिंग के माइटोसिस का विवरण चित्र

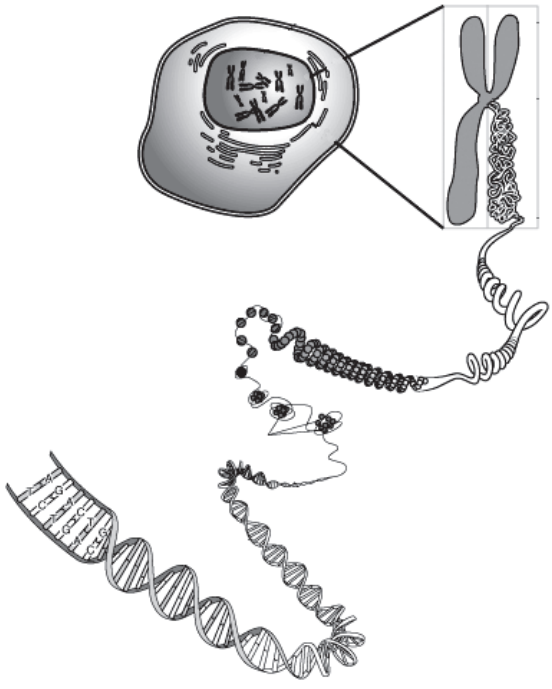
चित्र–7 (अ) व (ब) 1850 के दशक में बनाया गया कोशिका विभाजन की विभिन्न अवस्थाओं का चित्र है। इसमें अ, ब, स, द, य कोशिका विभाजन के अलग–अलग चरणों को दर्शा रहा है।

इसी दौरान 'वाल्टर फ्लेमिंग' नामक एक वैज्ञानिक ने विभाजित होती कोशिका के केंद्रक में धागेनुमा संरचनाओं का अवलोकन कर विभाजन की प्रक्रिया को 'Mitosis' (ग्रीक भाषा में 'Mitosis' का मतलब है धागा) नाम दिया।

हमारे तथा अधिकांश जीवों के कोशिकाओं के केंद्रक में डी.एन.ए (DNA Deoxyribonucleic acid) नामक आनुवंशिक पदार्थ होता है। धागे के जैसे डी.एन.ए. के टुकड़े प्रोटीनों पर लिपटे हुए होते हैं। इस प्रकार बनी पूरी संरचना को गुणसूत्र कहा जाता है। चित्र–7 में धागेनुमा संरचनाएँ गुणसूत्रों को दर्शा रही हैं। माइटोसिस की प्रक्रिया के परिणामस्वरूप बनने वाली संतान कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या अपनी मातृ कोशिकाओं के बराबर होती है। इसलिए इस विभाजन को 'समसूत्री विभाजन' कहा गया है। उदाहरण के लिए हमारे शरीर की प्रत्येक कोशिका में 46 गुणसूत्र हैं। समसूत्री विभाजन के बाद बनी कोशिकाओं में भी इतने ही गुणसूत्र होते हैं।

हमारे शरीर की ज्यादातर कोशिकाओं में इसी प्रकार से विभाजन की प्रक्रिया होती रहती है। माँ के गर्भ में पल रहे बच्चे के शरीर की कोशिकाएँ भी इसी प्रकार से विभाजित होती हैं।

क्या आप जानते हैं?



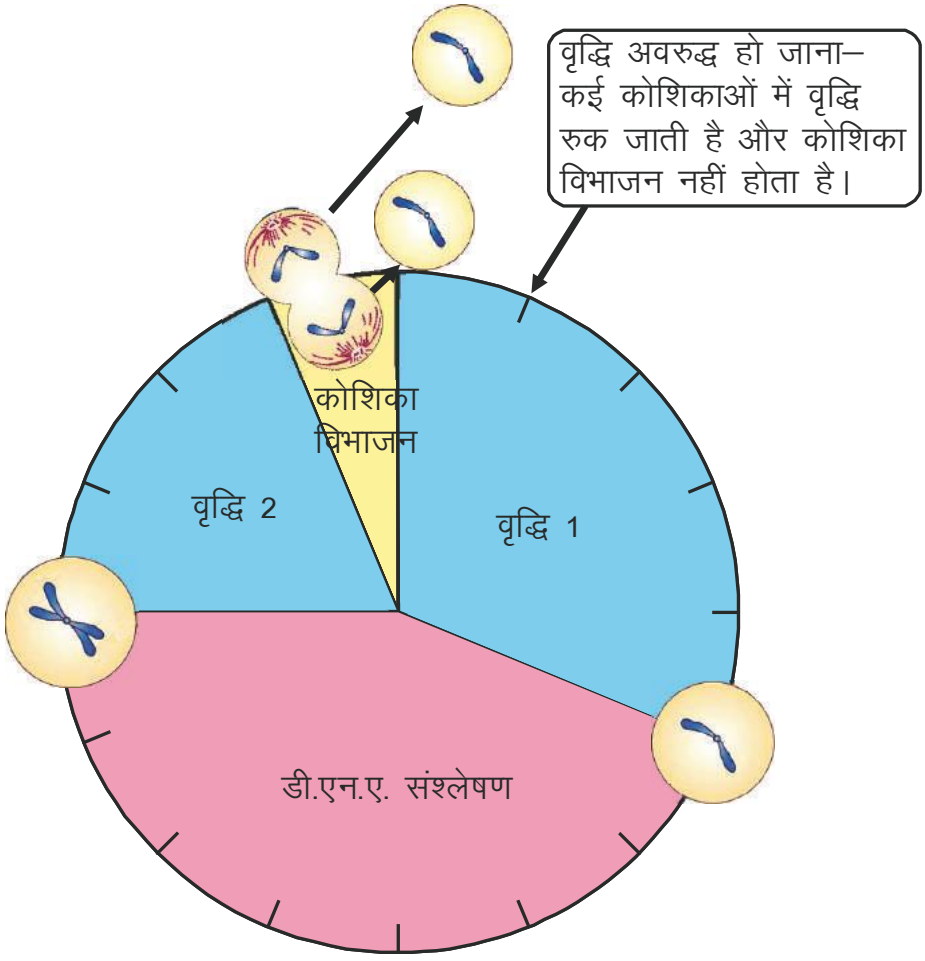
सन् 1940–50 के दशक में कई वैज्ञानिक डी. एन.ए. की संरचना संबंधी खोज में जुटे हुए थे। इनमें से मॉरिस विलकिन्स और रोजेलिन्ड फ्रेंकलिन डी.एन.ए. के चित्र लेने के लिए विशेष तकनीक का उपयोग कर रहे थे। फ्रेंकलिन द्वारा लिए गए चित्र को देखकर सन् 1953 में कैम्ब्रिज के वैज्ञानिक फ्रांसिस क्रिक तथा जेम्स वॉटसन ने डी.एन.ए. की बनावट का संपूर्ण विवरण जानने में सफलता प्राप्त की। उन्होंने पाया कि डी.एन.ए. एक प्रकार की शर्करा, फॉस्फेट और न्यूक्लियर अम्लों के अणुओं से बना एक जटिल पदार्थ है। ''वाटसन'' और ''क्रिक'' एवं ''मॉरिस विलकिन्स'' को इस खोज के लिए नोबल पुरस्कार दिया गया। उस समय तक रोज़ेलिन्ड फ्रेंकलिन की मृत्यु हो चुकी थी। डी.एन.ए. नामक रासायनिक पदार्थ द्वारा अधिकांश जीवों के शारीरिक लक्षण नियंत्रित होते हैं। त्वचा का रंग, आँखों का रंग इत्यादि विभिन्न लक्षण इसके उदाहरण हैं। डी.एन. ए. की रासायनिक संरचना में फेरबदल होने से उसमें परिवर्तन आता है। संतानों तक परिवर्तित डी.एन.ए. के पहुँचने से लक्षणों में विभिन्नताएँ आती हैं। आज हम डी.एन.ए में फेर बदल से लेकर उनके टुकड़ों का संश्लेषण कर कई तरह से प्रयोग करने में सक्षम हो गए हैं। इसके लिए हमारे देश से सम्बन्धित कई वैज्ञानिक जैसे हरगोबिन्द खुराना, लालजी सिंह, यमुना कृष्णन की महत्वपूर्ण भूमिका है। हरगोबिन्द खुराना ने डी.एन.ए. के उन हिस्सों की खोज की जिनसे अमिनो अम्ल का संश्लेषण होता है। इस खोज के लिए उन्हें 1968 में नोबेल पुरस्कार दिया गया।

14.3.2 विभाजन की अवस्था और कोशिका का जीवन काल (Life spam of cell and phase of cell division)

किसी भी कोशिका के जीवन काल में विभाजन की प्रक्रिया बहुत महत्वपूर्ण है। मगर विभाजन होने वाली स्थिति उसके जीवन काल के एक बहुत छोटे हिस्से में पाई जाती है। चित्र–8 में एक मनुष्य कोशिका के जीवन काल में इसी बात को दर्शाया गया है। वृद्धि 1 एवं 2 के दौरान कोशिका में कई संसाधन इकट्ठे होते हैं और कोशिका की आकृति बढ़ती है। हर कोशिका में समसूत्री विभाजन होता रहे तो केवल कोशिकाओं का ढेर बनेगा, पर कोई अलग अंग नहीं।

- अलग–अलग अंग बनने के लिए क्या कोशिकाओं का अलग–अलग दर से विभाजन होना आवश्यक है?

  आपने 9वीं में पढ़ा था कि अलग–अलग ऊतक में कोशिकाओं का विभाजन अलग अलग दर से होता है।



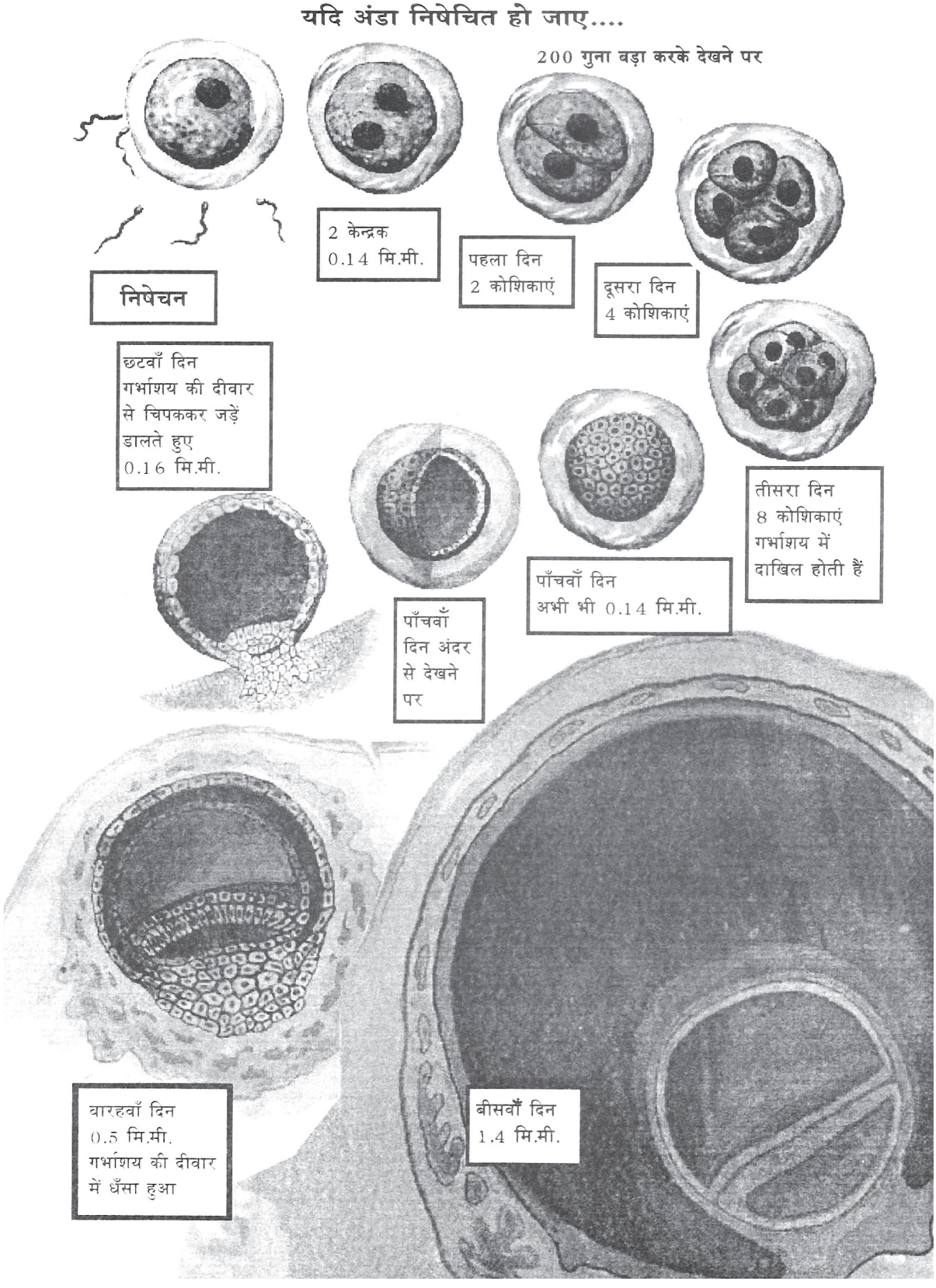
चित्र–8 : कोशिका के जीवन काल में समसूत्री विभाजन

14.3.3 अलैंगिक प्रजनन और समसूत्री विभाजन का महत्व

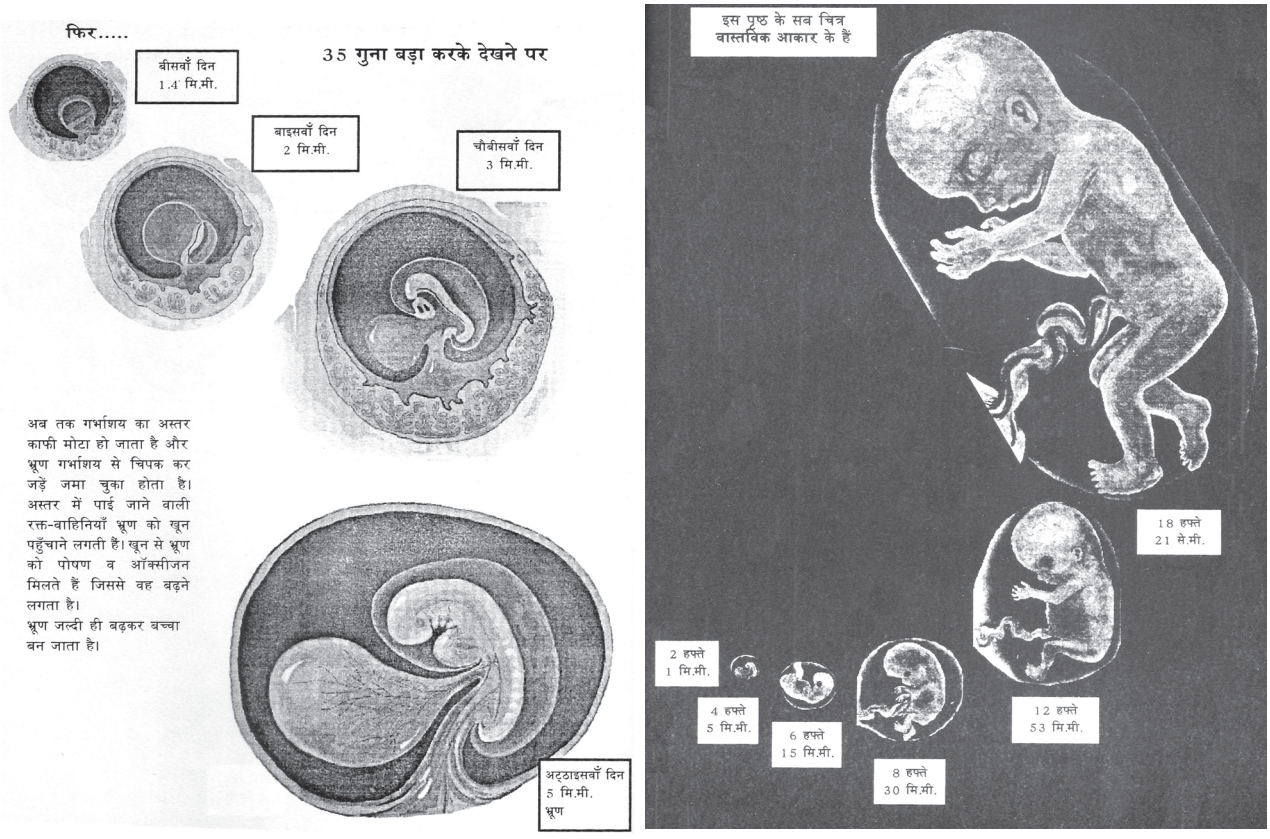
जीव जगत के सभी बहुकोशिकीय जीवों के शरीर में वृद्धि और परिवर्धन में समसूत्री विभाजन की महत्वपूर्ण भूमिका है। कई जीवों में जैसे एककोशिकीय जीव अमीबा, पैरामीशियम आदि व बहुकोशिकीय जीव जैसे फीताकृमि, प्लनेरिया तथा कई पौधों आदि में समसूत्री विभाजन द्वारा प्रजनन होता है।

प्रजनन की वह प्रक्रिया जिसमें केवल एक ही जनक जीव के समसूत्री विभाजन द्वारा संतति उत्पन्न होती है अलैंगिक प्रजनन कहलाती है। इसके विभिन्न प्रकारों के बारे में परिशिष्ट में बताया गया है। ध्यान देने वाली बात यह है कि सभी प्रकार के अलैंगिक जनन उदाहरणार्थ मुकुलन, विखंडन, कलम लगाना आदि में नया जीव बनने का आधार समसूत्री विभाजन होता है।

हमारे शरीर के गठन में अलग–अलग समूह की कोशिकाओं का अलग–अलग दर से समसूत्री विभाजन होता है। गर्भ में पल रहे बच्चे के शरीर गठन की कुछ अवस्थाओं को चित्र–9 में दर्शाया गया है।



चित्र–9: गर्भाशय में बच्चे के शरीर के गठन की विभिन्न अवस्थाएँ



चित्र–9: गर्भाशय में बच्चे के शरीर के गठन की विभिन्न अवस्थाएँ

इस चित्र में आप देख सकते हैं कि 5वें दिन तक कोशिकाओं के समूह और पहले दिन की एक कोशिका के व्यास में कोई अंतर नज़र नहीं आ रहा है। ऐसे समय तक आयतन में कोई फर्क नज़र नहीं आता पर भार बदल जाता है। इस समूह की कोशिकाओं की बाह्य परत से बने मार्ग ''आँवल'' (placenta) से माँ के शरीर से संबंध स्थापित होता है और अंदर की कोशिकाओं से बच्चे का पूरा शरीर बनता है। आँवल के जरिये बच्चे तक भोजन, पानी, गैसें इत्यादि माँ से बच्चे तक पहुँचते हैं।

- क्या गर्भ में पल रहे बच्चे में इन कार्यों से संबन्धित अंगों का विकास बाद में शुरू होता होगा?
- जरा सोचिए कि यदि 5वें दिन तक कोई अंग नहीं बना है तो जैविक क्रियाएँ कहाँ होती होंगी (कोशिका सिद्धान्त के आधार पर इसका उत्तर देने क्या प्रयास करें)?

5वें दिन के बाद कोशिकाओं के आकार में अंतर नजर आने लगता है। एक क्षेत्र की कोशिकाएँ अलग–अलग क्षेत्र तक भी पहुँचती हैं। इससे शरीर के अलग–अलग अंगों का बनना और अंगों के द्वारा जैविक क्रियाएँ होना शुरू होता है। छठे हफ्ते तक के बच्चों में नर और मादा के रूप में अंतर करना भी संभव नहीं होता। नर और मादा जनन अंग का बनना सातवें हफ्ते से शुरू होता है।

- गर्भ में बच्चा पानी से घिरा होता है। पानी में तैरते समय हम साँस रोककर रखते हैं, तो क्या गर्भ में भी बच्चा साँस रोककर रखता होगा?

क्या आप जानते हैं?

4–5 हफ्ते के बच्चे में मस्तिष्क, मेरुरज्जु, आँख और हृदय बनने लगता है और धड़कता हुआ हृदय भी दिखाई देता है। किसी स्वास्थ्य केन्द्र में जहाँ सोनोग्राफी की जाती हो आप इसे खुद भी देख सकते हो। सोनोग्राफी द्वारा गर्भ में पल रहे बच्चे में होने वाले परिवर्तनों को देखा जा सकता है।

गर्भ में लगभग नौ महीने के समय तक किसी भी बच्चे का फेफड़ा काम नहीं करता। यानि बच्चे के रक्त का आक्सीकरण माँ के रक्त द्वारा होता है। माँ का रक्त आँवल से होकर बच्चे के परिसंचरण तंत्रों से होकर गुजरता है। जैसे–जैसे बच्चा बढ़ता जाता है उसके बाह्य अंग जैसे हाथ, पैर इत्यादि एवं आंतरिक अंग जैसे आहार नाल, वृक्क, मस्तिष्क आदि विकसित होते रहते हैं। शरीर के अंग एक विशिष्ट अनुपात में ही बढ़ते हैं।

- यदि अलग–अलग अंग बन जाते हैं तो क्या किसी अंग की कोशिकाएँ किसी और अंग से बिल्कुल अलग हो जाती है (याद कीजिये आपने पिछली कक्षा में स्टेम कोशिकाओं के बारे में पढ़ा था एवं ऊतकों के बारे में भी जाना था)?

हमने अभी तक पढ़ा है कि हमारे शरीर की ज्यादातर कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन होता है और संतति कोशिका में आनुवंशिक पदार्थ की मात्रा जनक कोशिका जितनी होती है।

ऐसे में अलग–अलग क्षेत्र की कोशिकाओं का अलग दर से बढ़ना एवं संगठित होना कैसे संभव होता है? यही सवाल उन वैज्ञानिकों के मन में था जो आनुवंशिक पदार्थ और उसके कार्य के बारे में अध्ययन कर रहे थे। उन्होंने पाया कि किसी निश्चित समय पर कोशिकीय समूह में आनुवंशिक पदार्थ का एक हिस्सा क्रियाशील रहता है तो किसी और समूह में किसी अन्य समय पर। इससे कोशिकाओं के अलग–अलग संरचना वाले समूह बनते हैं। इन समूहों के बनने पर कोशिकाओं के पर्यावरण का भी प्रभाव पड़ता है।

- अभी तक चर्चा किए गए उन सभी बिन्दुओं को याद करते हुए और जैव विकास के अध्याय की अवधारणाओं के अनुसार क्या यह कहना ठीक होगा कि हमारे शरीर के विभिन्न ऊतक एक जैसे कोशिकाओं के समूह से बने हैं?
- क्या इनमें माता–पिता के भी कुछ लक्षण है?

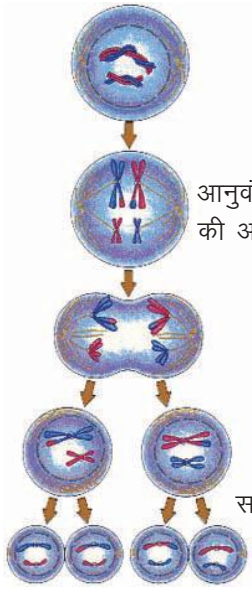
यह जानने के लिए कि इन कोशिकाओं के समूह से माता पिता के शरीर की कोशिकाओं का क्या संबंध होगा, हमें वयस्क नर और मादा मनुष्य के शरीर के उन हिस्सों के बारे में जानना होगा जहाँ से जनन कोशिकाएँ बनती हैं।

14.3.4 कोशिका विभाजन: लैंगिक प्रजनन व युग्मकों का निर्माण (Cell division :- Sexual Reproduction and formation of gamete)

मनुष्यों की किशोरावस्था के समय से नर व मादा के जनन अंगों में युग्मकों का निर्माण होने लगता है। युग्मकों का निर्माण हमें ऐसे सभी जीवों में नज़र आता है जहाँ नर व मादा की भूमिका नज़र आती है। युग्मकों का निर्माण कोशिका विभाजन से होता है। मगर यह समसूत्री विभाजन न होकर एक अन्य प्रकार का विभाजन होता है जिसे 'Meiosis' (ग्रीक शब्द है जिसका अर्थ होता है कम होना) या अर्धसूत्री विभाजन कहा जाता है।

- जनन कोशिकाएँ बनने में समसूत्री विभाजन होने से हर पीढ़ी में आनुवंशिक पदार्थ कितनी मात्रा में बढ़ जाएगा?
- जनन कोशिकाओं में मातृ कोशिकाओं की तुलना में कितना आनुवंशिक पदार्थ होना चाहिए कि आनुवंशिक पदार्थ की मात्रा पीढ़ी दर पीढ़ी समान बनी रहे?

जनन कोशिकाओं के बनने में आनुवंशिक पदार्थ में समसूत्री विभाजन की तुलना में कई गुना अधिक फेरबदल होता है। गुणसूत्रों में

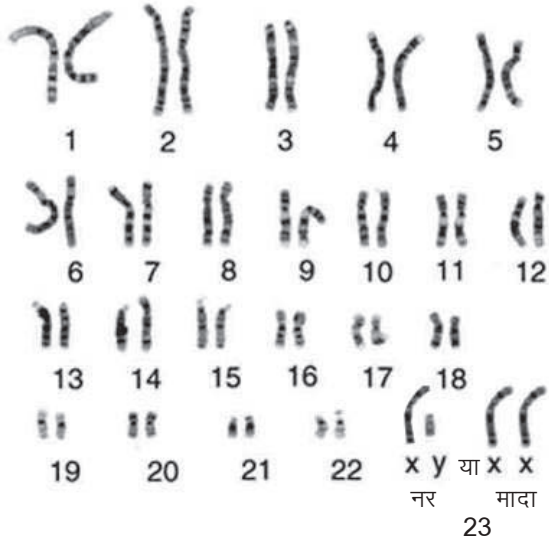


चित्र–10 : अर्धसूत्री विभाजन के कुछ चरण

आनुवंशिक पदार्थ की अदला–बदली होती है। इसके साथ–साथ जनकों में पाई जाने वाली गुणसूत्रों की संख्या आधी हो जाती है। उदाहरण के लिए मनुष्य कोशिकाओं में जहाँ 23 जोड़ी अर्थात् 46 गुणसूत्र हैं, जनन कोशिकाओं में 23 गुणसूत्र ही होते हैं अर्थात् प्रत्येक जोड़ी का एक गुणसूत्र ही जनन कोशिका में होता है।

क्या आप जानते हैं?

मनुष्य के गुणसूत्रों का चित्र इस प्रकार का दिखता है। हमारे शरीर की सभी कोशिकाओं में कुल मिलाकर इतने गुणसूत्रों के जोड़े पाए जाते हैं। चित्र में XX/XY लिंग निर्धारित करने वाला गुणसूत्र का जोड़ा है।



14.3.5 लैंगिक बनाम अलैंगिक (Sexual versus Asexual Reproduction)

यदि हम लैंगिक व अलैंगिक प्रजनन की तुलना करें तो हम पाते हैं कि लैंगिक प्रजनन में आनुवंशिक पदार्थ में अलैंगिक प्रजनन की अपेक्षा अधिक फेरबदल के कारण संतति जीवों में अधिक विविधता पाई जाती है। इससे लैंगिक प्रजनन से बनी संतानों में पीढ़ी दर पीढ़ी जीवित रहने की सम्भावनाएँ बढ़ जाती हैं।

- जीवों के विकास में विविधता की क्या भूमिका होती है?
- लैंगिक प्रजनन करने वाले जीवों को विविधता से क्या फायदे होते होंगे?

लैंगिक प्रजनन द्वारा जीवों में अधिक विविधता आती है तो क्या अलैंगिक प्रजनन द्वारा विविधता नहीं आती? चलिए यह जानने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप–4

यह प्रयोग बारिश के मौसम के ठीक बाद किया जाए तो अच्छा होगा।

आलू के ऐसे टुकड़े कर लीजिये जिनमें कम से कम एक आँख हो। हर एक आँख वाले हिस्से को मिट्टी में थोड़ी दूरी में बो दीजिये (ध्यान रहे हर दो टुकड़ों के बीच एक बित्ते के बराबर जगह हो, साथ ही यह टुकड़े मिट्टी के ज्यादा अंदर धँसे हुए न हों)।

एक दिन छोड़कर एक दिन पानी देते रहिए।

- कितने दिन बाद पौधे नजर आए? एक आलू से कितने पौधे बन गए?
- क्या सभी टुकड़ों से पौधे बने?
- क्या सभी पौधे एक जैसे थे?
- आलू के पौधों में विविधता कैसे उत्पन्न हुई होगी?

- क्या इस प्रकार का प्रजनन लैंगिक है या अलैंगिक?

हमने इस प्रयोग में देखा है कि अलैंगिक प्रजनन द्वारा भी विविधताएँ होती हैं। विविधताओं के वजह से सामान्यतः किसी प्रजाति की निरंतरता बनी रहती है।

14.4 एक कोशिकीय जीवों में वृद्धि और प्रजनन (Growth and Reproduction in unicellular organism)

जीवों में वृद्धि उनके जीवित होने का सूचक होने के साथ–साथ प्रजनन का जरिया भी है। एक कोशिकीय जीव में दोनों प्रक्रियाएँ लगभग समान है। किसी भी पोषक माध्यम में ऐसे जीवों की उपस्थिति एवं वृद्धि उनके जीवित होने और प्रजनन करने की क्षमता को दर्शाती है।

चलिये एक क्रियाकलाप से इसका अध्ययन करते हैं।

क्रियाकलाप–5

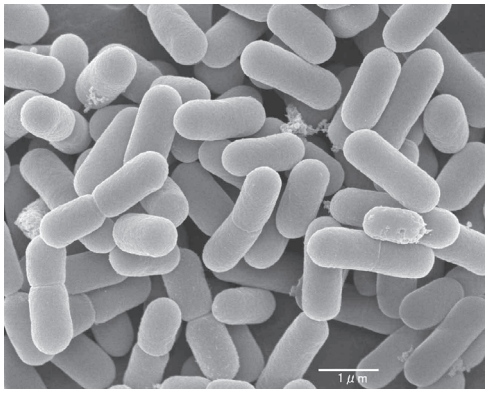
दो लगभग समान आयतन की कटोरियाँ लें। एक को हल्का गरम दूध से भरें (अ कटोरी) और दूसरे को खौलते हुए दूध से (ब कटोरी, जरा सावधानी से बड़ों की मदद से प्रयोग को करें)। अब दोनों में एक एक चममच दही डालें और अच्छे से मिला दें। दोनों कटोरियों को ढक कर रख दें।

5–6 घंटे बाद दोनों कटोरियों को खोल कर देखें क्या दोनों में कोई अंतर है? इसका क्या कारण होगा?

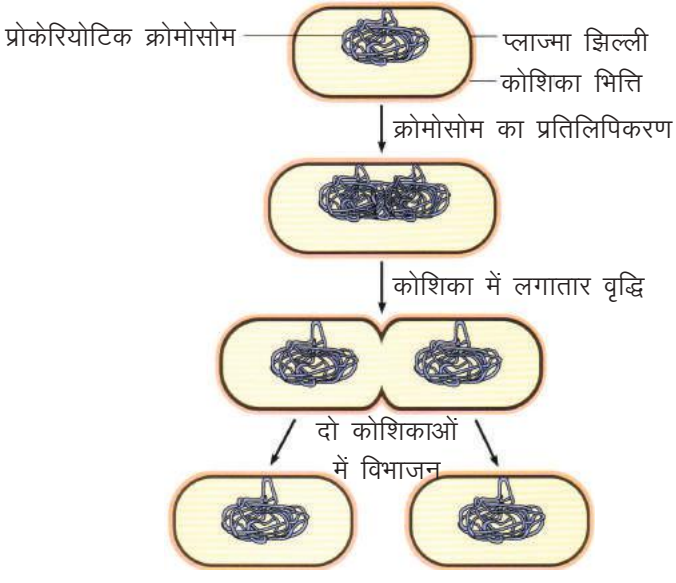
इस प्रक्रिया के दौरान इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की मदद से दही के जीवाणुओं को देखने से चित्र–11 (अ) के समान दिखाई देता है।

अ कटोरी में अनुकूल परिस्थिति अर्थात् उचित ताप से अधिकतर जीवाणु जीवित रहते हैं। ये दूध से पोषण लेते हैं एवं उनमें वृद्धि होती है जिससे उनमें पर्याप्त संसाधन जमा हो जाते हैं। आनुवंशिक पदार्थ की मात्रा दुगुनी हो जाती है। वृद्धि होते होते कोशिका विखंडित हो जाती है।

- इस विवरण से आपको कोशिका विभाजन के बारे में क्या पता चलता है?
- वृद्धि और प्रजनन में क्या संबंध है?



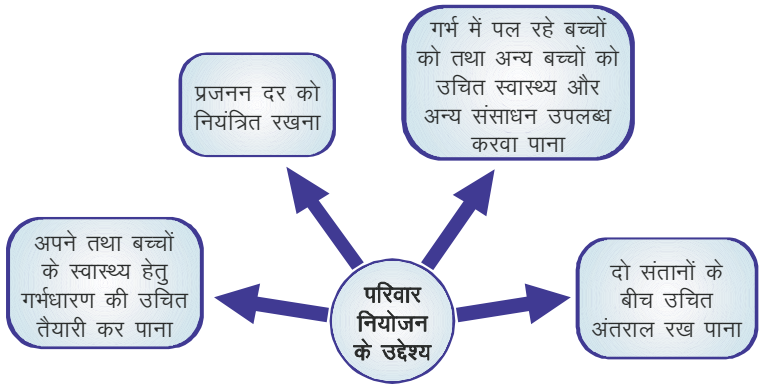
(अ) दही के जीवाणु



(ब) जीवाणु में विभाजन

चित्र–11 : जीवाणु में विभाजन

14.5 प्रजनन स्वास्थ्य



शरीर के तमाम अंगों जैसा ही प्रजनन अंगों का स्वस्थ होना जरूरी है। सफाई के साथ साथ उनकी क्रियायों के सम्बंध में सतर्क होना आवश्यक है। लैंगिक परिपक्वता एक क्रमिक प्रक्रम है तथा यह उस समय होता है जब शारीरिक वृद्धि भी होती रहती है। अतः किसी सीमा तक लैंगिक परिपक्वता का अर्थ यह नहीं है कि शरीर अथवा मस्तिष्क यौन क्रिया तथा गर्भधारण योग्य हो गए हैं। हमारे देश में विवाह के लिए लड़की की उम्र 18 वर्ष तथा लड़के लिए 21 वर्ष निर्धारित है।

यौन क्रियाओं के स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभाव के विषय में हमें सोचना चाहिए। हम कक्षा 9 में पढ़ चुके हैं कि रोगों का संचरण एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्ति तक अनेक प्रकार से हो सकता है। यौन क्रिया में शारीरिक संबंध स्थापित होते हैं, अतः इससे रोगों का लैंगिक संचरण भी हो सकता है। इसमें जीवाणु जनित रोग जैसे गोनेरिया तथा सिफलिस एवं वाइरस संक्रमण जैसे कि AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) शामिल हैं। सुरक्षित यौन क्रिया से इन्हें रोकना संभव है। यौन (लैंगिक) क्रिया द्वारा गर्भधारण की संभावना सदा ही बनी रहती है। गर्भधारण की अवस्था में स्त्री के शरीर एवं भावनाओं की माँग बढ़ जाती है। वह इसके लिए तैयार नहीं है तो इसका उसके स्वास्थ्य पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। अतः सुरक्षित यौन क्रिया के लिए कई तरीके खोजे गए जिससे गर्भरोधन संभव है। एक गर्भरोधी तरीका यांत्रिक अवरोध का है जिससे शुक्राणु, अंडकोशिका तक न पहुँच सके। शिश्न को ढकने वाले कंडोम अथवा योनि में रखने वाली अनेक युक्तियों जैसे कॉपर–टी (Copper-T), लूप आदि का उपयोग किया जा सकता है। दूसरा तरीका शरीर में हार्मोन संतुलन के परिवर्तन का है, जिससे अंडाणु का विमोचन ही नहीं होता अतः निषेचन नहीं हो सकता। ये दवाएँ सामान्यतः गोली के रूप में ली जाती हैं। दोनों ही अवस्थाओं में निषेचन नहीं हो पाएगा। ऑपरेशन द्वारा इस प्रकार के अवरोध उत्पन्न किए जा सकते हैं। यद्यपि ऑपरेशन भविष्य के लिए पूर्णतः सुरक्षित है, परंतु असावधानीपूर्वक किए गए ऑपरेशन से संक्रमण अथवा दूसरी समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं। ऑपरेशन द्वारा अनचाहे गर्भ को हटाया भी जा सकता है। इस तकनीक का दुरुपयोग उन लोगों द्वारा किया जा सकता है जो किसी विशेष लिंग का बच्चा नहीं चाहते, ऐसा गैरकानूनी कार्य अधिकतर मादा गर्भ के चयनात्मक गर्भपात हेतु किया जा रहा है। एक स्वस्थ समाज के लिए, मादा–नर लिंग अनुपात बनाए रखना आवश्यक है। हमारे देश में भ्रूण लिंग निर्धारण एक कानूनी अपराध है। फिर भी हमारे समाज की कुछ इकाइयों में मादा भ्रूण की निर्मम हत्या कर दी जाती है जिसके कारण हमारे देश में शिशु लिंग अनुपात तीव्रता से घट रहा है जो चिंता का विषय है।

प्रजनन स्वास्थ्य के लिए उचित एवं जिम्मेदारीपूर्ण यौन व्यवहार के साथ–साथ यह भी समझना आवश्यक है कि जनन एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके द्वारा जीव अपनी जनसंख्या में वृद्धि करते हैं। जीवों के जन्मदर एवं मृत्युदर का अंतर जनसंख्या के आकार को निश्चित करता है। मानव जनसंख्या का विशाल आकार विश्व स्तर पर सभी के लिए चिन्तन का विषय है क्योंकि इसके कारण प्रत्येक व्यक्ति के जीवन स्तर में सुधार लाने के लक्ष्य को पाना अत्यंत कठिन हो गया है। अतः सभी के द्वारा उत्तरदायित्व पूर्ण सामाजिक व्यवहार करना एक अनिवार्य आवश्यकता है। यह भी आवश्यक है कि प्रत्येक व्यक्ति अपने जनन स्वास्थ्य के प्रति सजग हो, अंध विश्वासों, मिथकों एवं गलत धारणाओं से बचने के लिए विशेषज्ञों की सलाह एवं सहायता ले।

आप अपने आसपास रहने वाले लोगों का अवलोकन करें। उनमें से निम्न जीवन स्तर वाले लोगों के जीवन स्तर के निम्न होने के कारणों की समीक्षा करें।

मुख्य शब्द (Keywords)

वृद्धि, परिवर्धन, समसूत्री विभाजन, अर्धसूत्री विभाजन, किशोरावस्था, गर्भावस्था, भ्रूण, युग्मनज, युग्मक, लैंगिक प्रजनन, अलैंगिक प्रजनन

हमने सीखा

- सजीवों में वृद्धि हमेशा एक निश्चित दर से होती है।
- समय के साथ–साथ भार का बढ़ना वृद्धि है।
- जीवों के शरीर में अलग–अलग भागों के निश्चित अनुपात में वृद्धि से परिवर्धन होता है। परिवर्धन में एक कोशिका के आकार और आकृति में परिवर्तन के साथ–साथ पूरे बहुकोशिकीय संरचना के आकार और आकृति में परिवर्तन होता है।
- सभी जैविक प्रक्रियाओं के समान ही प्रजनन भी एक आवश्यक जैविक प्रक्रिया है जिससे विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। इससे किसी भी प्रजाति की निरंतरता बनी रहती है।
- अलैंगिक प्रजनन में लैंगिक प्रजनन के समान नर और मादा की जरूरत नहीं होती, एकल जीव से अगली पीढ़ी का जन्म होता है।
- अलैंगिक प्रजनन से मातृ कोशिकाओं जितना आनुवंशिक पदार्थ (पूरा सेट) जनन कोशिकाओं में होता है जबकि लैंगिक प्रजनन से जनन कोशिकाओं में मातृ कोशिका के आनुवंशिक पदार्थ की एक ही प्रतिलिपि (आधा सेट) होती है। ऐसी जनन कोशिकाओं को युग्मक कहा जाता है।
- पौधों में परागण के पश्चात् निषेचन होती है तो जंतुओं में यौन क्रिया के पश्चात्।
- हमारा स्वास्थ्य तभी बना रहेगा जब हम हमारे सम्पूर्ण शरीर के संबंध में सचेत हों और साफ सफाई का ध्यान रखें। लैंगिक स्वास्थ्य हमारे समग्र शरीर के स्वास्थ्य से जुड़ा हुआ है।
- परिवार नियोजन के उपाय अपनाना खुद के, परिवार के और समाज के लिए जरूरी है।

अभ्यास

XK6X25

1. सही विकल्प चुनें–

(i) हमारे शरीर की लगभग सभी कोशिकाओं में निम्नलिखित प्रकार से कोशिका विभाजन होता है–

(अ) अर्धसूत्री (ब) एकलिंगी (स) समलिंगी (द) समसूत्री

(ii) निम्न में से कौन सा मादा जनन तंत्र का भाग नहीं है?

(अ) अंडाशय (ब) गर्भाशय (स) शुक्रवाहिका (द) अंडवाहिका

(iii) लैंगिक प्रजनन से–

(अ) विभिन्नताएँ बढ़ती है

(ब) नर और मादा जनन कोशिकाओं के निषेचन द्वारा युग्मनज बनता है

(स) इनमें से कोई नहीं (द) दोनों 'अ' व 'ब'

2. क्या आँवल गर्भ में पल रहे बच्चे के लिए अनिवार्य है? क्यों?
3. निषेचन की प्रक्रिया में नर और मादा की क्या भूमिका होती है?

4. पुष्प का चित्र बनाकर उसमें नर और मादा जनन अंगों को दर्शाएं।
5. लैंगिक व अलैंगिक प्रजनन में कम से कम पाँच अंतर लिखिए।
6. माहवारी क्या है? इसका मादा मनुष्य के शरीर पर क्या प्रभाव पड़ता है?
7. गर्भरोधन की दो विधियों का विवरण लिखिए।
8. एककोशिकीय एवं बहुकोशिकीय जीवों के जनन पद्धतियों का विवरण लिखें।
9. प्रजनन किसी प्रजाति की समष्टि के स्थायित्व में किस प्रकार सहायक है?
10. क्या सभी पौधों में बीज होते हैं? ऐसे पौधे जिनमें बीज नहीं बनते उनके नई संतति कैसे बनती होगी?
11. वृद्धि और परिवर्धन से आप क्या समझते हैं? संक्षिप्त विवरण लिखें।
12. गर्भवती महिलाओं के स्वास्थ्य के लिए किन–किन बातों का ध्यान रखा जाना चाहिए?
13. ''आप में से शायद सभी ने अप्रैल 2016 में छत्तीसगढ़ के अम्बिकापुर शहर में मात्र छः महीने के गर्भधान के बाद पाँच बच्चियों के जन्म संबंधी खबर के बारे में पढ़ा होगा। मनुष्य में एक बार में आम तौर पर एक ही बच्चे का जन्म होता है। कभी दो बच्चे भी जन्म लेते हैं पर एक साथ पाँच बच्चे का जन्म हमारे लिए आश्चर्य कि बात है। बच्चे के शरीर के गठन की प्रक्रिया अंडे के विभाजन से शुरू होती है। अंडे का विभाजन एक निश्चित दर से चलता रहता है। एक से अधिक बच्चों का जन्म अक्सर निषेचित अंडे के दो या दो से अधिक भागों में विभाजित होने से है व हर भाग से गर्भ में एक बच्चे का शरीर विकसित होने से होता है। जब कभी एक से अधिक अंडे परिपक्व होते हैं तब उनके निषेचन व विकास से एक से अधिक बच्चों का जन्म होता है।

– उपरोक्त गद्यांश में गर्भाशय में होने वाले किन परिवर्तनों की चर्चा की गई है? अपने शब्दों में लिखें।

परिशिष्ट

अलैंगिक जनन कई प्रकार से होता है जिनके कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं–

(1) **विखण्डन (Fission)**– जीव दो या दो से अधिक भागों में बँट जाता है। इस विधि का अध्ययन आपने क्रियाकलाप–5 में जीवाणु में किया। इनके अलावा यह अमीबा, पैरामीशियम, मलेरिया परजीवी आदि में भी देखा गया है।

(2) **मुकुलन (Budding)–** किसी जीव के शरीर की बाहरी सतह की कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन से एक उभार बनता है, जिसे मुकुल कहते हैं। यह मुकुल विकसित होकर एक पूर्ण जीव बनता है। हाइड्रा, यीस्ट आदि में देखा जा सकता है।

(3) **बीजाणु निर्माण (Sporeformation)–** इस विधि में जीव में कुछ विशेष आवरणयुक्त कोशिकाओं का निर्माण होता है, जिन्हें बीजाणु कहते हैं। ये बीजाणु से नये जीव का निर्माण होता है। प्रतिकूल परिस्थितियों से बचने के लिए अक्सर बीजाणु बनते हैं। ऐसा जीवाणु, कवक, म्यूकर, राइजोपस आदि में देखा जा सकता है।

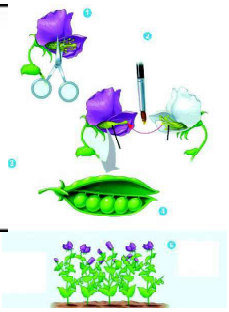
(4) **पुनरुद्भवन (Regeneration)–** प्लेनेरिया, हाइड्रा आदि जीवों का शरीर कई कारणों से टुकड़ों में टूट जाता है और कोशिकाद्रव्य तथा केन्द्रक सहित इन टुकड़ों से विकसित होकर नया जी व बन सकता है।

(5) **वर्धी प्रजनन (Vegetative production)–** जनन कोशिकाओं के अलावा अन्य किसी अंग से जीव का बनना वर्धी प्रजनन कहलाता है। क्रियाकलाप–4 में हमने आलू के टुकड़ों के द्वारा पौधों का बनना देखा। इसके अन्य उदाहरण हम और भी देखते हैं, जैसे शाखा (कलम) के द्वारा गुलाब और अंगूर में जड़ों के द्वारा परवल और कुन्दरू में, पत्ती से बिगोनिया, ब्रायोफाइलम में, रसभरी व नींबू में पर्णकलिका के द्वारा नये पौधे बनते हैं।

अध्याय–15

आनुवंशिकीः जनकों से संतानों तक

(HEREDITY: FROM PARENTS TO OFFSPRINGS)



पूर्व के अध्याय में हमने पढ़ा कि प्रजनन से जीव अपने ही जैसे जीव को पैदा करते हैं जैसे बबूल के पेड़ से बबूल का बीज और उससे बबूल के पेड़ ही पैदा होते हैं। बकरी से बकरी का बच्चा, मनुष्य से मनुष्य का बच्चा। नए पैदा हुए जीवों के गुणों में अपने माता–पिता से समानता के साथ–साथ विभिन्नताएँ भी दिखती हैं। आइए, इन समानताओं एवं विभिन्नताओं का अध्ययन करने के लिए एक क्रियाकलाप करते हैं।

15.1 जीवों में समानता एवं विभिन्नता (Similarities and dissimilarities in organisms)

15.1.1 जन्तुओं में (उदाहरण–मनुष्य)

क्रियाकलाप–1

पिछली कक्षा में आपने अपने दोस्तों के साथ तुलना करके कई समान तथा भिन्न लक्षणों का अध्ययन किया था। अब आप अपने परिवार में ऐसे लक्षणों का अध्ययन करेंगे। इसके लिए आप अपने माता–पिता, दादा–दादी, नाना–नानी, भाई–बहन और स्वयं के लक्षणों के आधार पर सारणी में (✓) का चिन्ह लगाएँ।

सारणी–1

क्र.	लक्षण		स्वयं	माता	पिता	दादा	दादी	नाना	नानी	भाई	बहन
1	आँख की पुतली का रंग	काली भूरी हरी अन्य (रंग लिखें)									
2	ठुड्डी में गड्ढा	हाँ नहीं									
3	जीभ का गोल मुड़ना	हाँ नहीं									
4	पैर की दूसरी अँगुली	अँगूठे से बड़ी अँगूठे से छोटी									
5	कर्ण/पाली	जुड़ा हुआ स्वतंत्र									
6	पंजे के अँगूठे को पीछे मोड़ सकना	हाँ नहीं अन्य कोई									

सारणी देख कर बताएँ–

- ऐसे कौन–कौन से लक्षण हैं जो आप में और आपके माता–पिता दोनों में हैं?
- क्या कोई लक्षण आपके दादा–दादी, नाना–नानी में से किसी एक में है, जो आपके माता–पिता में और आप में भी हैं?
- ऐसे कौने–कौन से लक्षण आपके दादा–दादी, नाना–नानी किसी एक में है और आप में भी हैं पर आपके माता–पिता में नहीं हैं?
- ये लक्षण आप में कैसे आए होंगे?

आपने देखा कि कुछ लक्षण आपके पूर्वजों से आप तक पहुँचे। इस प्रकार लक्षणों का पीढ़ी दर पीढ़ी पहुँचना आनुवंशिकी (Heredity) कहलाता है। सारणी में आपने यह देखा कि कुछ लक्षण आपके परिवारजनों में नहीं हैं पर आप में हैं। इसी प्रकार एक जाति के जनकों की संतानों में समानताओं के बावजूद जो अन्तर पाया जाता है वे विभिन्नताएँ (Variation) हैं और इसके बारे में हमने अध्याय–1 में पढ़ा है।

15.1.2 पौधों में

पौधों में भी इसी प्रकार कई समानताएँ एवं विभिन्नताएँ होती हैं। एक ही जाति के पौधों में कई समानताएँ जैसे पत्तियों का आकार, फूलों की संरचना आदि एक जैसी होने के बावजूद कई भिन्नताएँ होती हैं जिससे आप एक ही पेड़ की दो एक जैसी पत्तियाँ ढूँढ नहीं पाते। क्या एक ही पौधे के दो बीज एक समान होंगे?

क्रियाकलाप–2

एक मटर या सेम की फली के बीजों का अवलोकन करें–

- क्या फली में दो समान बीज दिख रहे हैं?
- उन बीजों में क्या–क्या भिन्नताएँ हैं?

हजारों वर्षों से लोगों ने ऐसी विभिन्नताओं का अध्ययन किया और अलग–अलग गुणवाले कई किस्म के पौधों को विकसित किया। लोगों को पता था कि एक पीढ़ी के कई गुण दूसरी पीढ़ी या आने वाली कई पीढ़ियों तक प्रकट होते हैं।

मगर सवाल यह था कि अलग–अलग गुण पैदा कैसे होते हैं और एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में कैसे पहुँचते हैं?

15.2 आनुवंशिकी और मेण्डल का योगदान (Heredity and mendel's contribution)

गुणों के एक पीढ़ी से अगली पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए 19वीं शताब्दी में व्यापक अध्ययन होने लगे थे। अध्याय–1 में हमने पढ़ा कि डार्विन ने विभिन्न लक्षणों का अध्ययन किया और विकास का सिद्धांत दिया, मगर वे लक्षणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को नहीं बता पाए। डार्विन और उनके समय के कई वैज्ञानिक इस पर शोध कर रहे थे जिनमें ग्रेगर जोहान्न मेण्डल का योगदान सबसे महत्वपूर्ण रहा।

मेण्डल ऑस्ट्रिया के एक मठ में पादरी थे। उन्हें बचपन से ही बागवानी में रुचि थी। वे अपने मठ के बगीचे में तरह–तरह के पौधे लगाते थे और उन पर प्रयोग करते थे। उन्होंने सन् 1856 में शुरू कर, पूरे 12 साल तक अपने मठ के बगीचे में मटर के पौधों पर, लगभग 10,000 प्रयोग किए। इसके बाद भी कई अन्य पौधों पर अपना प्रयोग जारी रखा और नियमित रूप से उसका लेखा–जोखा पत्राचार द्वारा अपने समय के वनस्पतिविदों के साथ साझा करते रहे। वे इस दिशा में किए गए अन्य वैज्ञानिकों जैसे डार्विन के प्रयोगों के विवरण भी पढ़ते और उनका

विश्लेषण करते। गुणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए मेण्डल के प्रयोगों से हमें कई जानकारियाँ मिली। मेण्डल ने अपने प्रयोग के नतीजों के बारे में अनुमान लगाने व उनकी पुष्टि के लिए गणितीय गणनाओं को सम्मिलित किया।

15.2.1 मेण्डल के प्रयोग और उनका उद्देश्य

चित्र–1 ग्रेगर जोहान्न मेण्डल

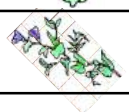
मेण्डल कोई ऐसा नियम खोजने का प्रयास कर रहे थे, जो सामान्य रूप से विषम लक्षणों, यानी मटर के पीले और हरे रंग के बीज, बैंगनी और सफेद फूल आदि की आनुवंशिकी के लिए लागू हो सके। साथ ही वह यह भी प्रयास कर रहे थे कि यह अनुमान लगाया जा सके कि एक पीढ़ी से दूसरे पीढ़ी तक लक्षणों में कितनी भिन्नताएँ होती हैं। मेण्डल ने इसके लिए पहले तो मधुमक्खियों पर प्रयोग करना शुरू किया लेकिन फिर जन्तुओं को छोड़कर पौधों पर प्रयोग करने लगे क्योंकि पौधों को संभालना आसान था।

अपने प्रयोगों में उन्होंने मटर के पौधों का चुनाव किया, जिसके लिए निम्न कारण दिए–

1. मटर एकवर्षीय पौधा है। जीवन चक्र छोटा होने के कारण उसकी अनेक पीढ़ियों का अध्ययन सरलता से किया जा सकता है।
2. इनमें पर–परागण करवाया जा सकता है, जिससे संकरण होता है।
3. सामान्यतः मटर में स्व–परागण एवं निषेचन होता है जिससे पीढ़ी दर पीढ़ी इसके लक्षण शुद्ध बने रहते हैं।
4. इसका पौधा द्विलिंगी होता है, यदि इसमें से पुमंग को हटा दिया जाए तो वह एकलिंगी के समान व्यवहार करता है।
5. संकरण से प्राप्त संकर पौधे पूर्णतः जनन योग्य होते हैं।
6. मटर में काफी स्पष्ट विपरीत लक्षण (contrasting character) होते हैं।

मेण्डल द्वारा चुने गए मटर के कुछ विपरीत लक्षण निम्नलिखित सारणी में दिए गए हैं–

सारणी–2

क्र.	लक्षण	स्पष्ट विपरीत लक्षण			
1.	बीज का आकार	गोल (round)		झुर्रीदार (wrinkled) बीज	
2.	बीज का रंग	पीला (yellow)		हरा (green)	
3.	पुष्प का रंग	बैंगनी (violet)		सफेद (white)	
4.	फली का आकार	फूली (swollen)		संकीर्णित (constricted)	
5.	फली का रंग	हरी (green)		पीली (yellow)	
6.	पुष्प की स्थिति	कक्षस्थ (axial)		अग्रस्थ (terminal)	
7.	पौधे की लम्बाई	लम्बा (tall)		छोटा (dwarf)	

उन्होंने अपने प्रयोग के लिए खास व्यवस्था की। वे किसी प्रयोग में पर–परागण होने देते थे तो किसी प्रयोग में स्व–परागण। पर–परागण से बने बीजों यानी संकर बीजों का अध्ययन अलग से आगे बढ़ाते। हर बार जब बीज बनते तो उन्हें वे गिनते और उनमें से कुछ बीज गिन कर बोते। वे इससे बनने वाले पौधों और उनके गुणों का लेखा–जोखा रखते।

- संकर बीज प्राप्त करने के लिए वे पर–परागण ही क्यों कर रहे थे?
- मेण्डल विपरीत लक्षण वाले गुणों का अध्ययन क्यों कर रहे थे?

15.2.2 मेण्डल के प्रयोगों के परिणाम (बैंगनी व सफेद फूल वाले पौधों के साथ प्रयोग के संदर्भ में)

मटर के कुछ पौधों में बैंगनी फूल लगते हैं और कुछ में सफेद। मेण्डल ने सबसे पहले मटर की इन किस्मों के बीजों को बोकर पौधे उगाए। इन पौधों में लगे फूलों में स्व–परागण होने दिया। हर बार फूलों के रंग के आधार पर उन्हें छांट लिया। ऐसा इतनी बार किया कि बैंगनी फूल वाले किस्मों में बैंगनी फूल और सफेद में सफेद मिला। इस प्रकार मेण्डल ने स्व–परागण करवा कर ऐसे बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधे तैयार कर लिए जो पीढ़ी दर पीढ़ी यही लक्षण दर्शाते। उन्होंने इन पौधों को शुद्ध बैंगनी और शुद्ध सफेद किस्म माना। इन्हीं किस्मों से मेण्डल ने अपना प्रयोग प्रारम्भ किया।

चित्र–2 : पर–परागण की प्रक्रिया (Process of Pollination)

उन्होंने शुद्ध बैंगनी और शुद्ध सफेद फूल वाले पौधों के बीज बोए और उनमें पर–परागण करवाया। इस तरह से जो संकर बीज बने, उन्हें बोने पर जो पौधे बने, उन सब में बैंगनी फूल लगे (प्रथम पीढ़ी, F_1 generation)।

- जरा सोचिए कि बैंगनी और सफेद के बीच का रंग क्यों नहीं बना होगा?

मेण्डल ने जब इन F_1 के बैंगनी फूलों वाले पौधों में स्व–परागण से उत्पन्न बीज बोए तो आश्चर्य हुआ कि अगली पीढ़ी में (द्वितीय पीढ़ी, F_2 generation) सारे पौधों में बैंगनी फूल नहीं लगे। उन्होंने देखा कि 929 पौधों में से 705 पौधों पर बैंगनी फूल लगे और 224 पौधों पर सफेद फूल लगे थे। इसे उन्होंने अनुपात के रूप में देखा तो बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधों के बीच का अनुपात 3.15:1 था।

मेण्डल ने ये प्रयोग अन्य गुणों को लेकर भी किए। दूसरी पीढ़ी में सभी के विपरीत गुणों का अनुपात लगभग 3 : 1 था।

क्या आप जानते हैं?

मेण्डल ने जो प्रयोग किए उनके परिणाम कुछ इस प्रकार थे–

क्र.	प्रयोग	पौधों की संख्या	गुण	प्रथम पीढ़ी	दूसरी पीढ़ी	अनुपात
1	पहला	7324	गोल और झुर्रीदार बीज	सारे गोल	5474 गोल, 1850 झुर्रीदार	2.96 : 1
2	दूसरा	8023	पीले और हरे बीज	सारे पीले	6022 पीले, 2001 हरे	3.01 : 1
3	तीसरा	929	बैंगनी और सफेद फूल	सारे बैंगनी	705 बैंगनी, 224 सफेद	3.15 : 1
4	चौथा	1181	फूली हुई और संकीर्णित हुई फली	सारी फूली हुई	882 फूली, 299 संकीर्णित	2.95 : 1
5	पाँचवाँ	580	हरी और पीली फलियाँ	सारी हरी	428 हरी, 152 पीली	2.82 : 1
6	छठा	858	कक्षस्थ और अग्रस्थ फूल	सारे कक्षस्थ	651 कक्षस्थ, 207 अग्रस्थ	2.14 : 1
7	सातवाँ	1064	लम्बा और छोटा तना	सारे लम्बे	787 लम्बे, 277 छोटे	2.84 : 1

मेण्डल ने निष्कर्ष निकाला कि दो विपरीत गुणों जैसे फूलों के बैंगनी और सफेद रंग में से एक हावी और दूसरा दब्बू होता है। हावी गुण को प्रभावी (dominant) और दब्बू गुण को उन्होंने अप्रभावी (recessive) कहा क्योंकि हावी गुण की उपस्थिति में दूसरे का प्रभाव नज़र नहीं आता। फूल के रंग के मामले में बैंगनी रंग प्रभावी रहता है और सफेद अप्रभावी। जब किसी बीज में बैंगनी और सफेद दोनों कारक हों तो फूल का रंग बैंगनी होता है क्योंकि बैंगनी रंग सफेद को दबा देता है। सफेद फूल आने के लिए जरूरी है कि कारक शुद्ध सफेद हो।

कई पीढ़ियों तक इन प्रयोगों को करने पर हर पीढ़ी में उन्होंने शुद्ध और संकर पौधों की संख्या में एक निश्चित अनुपात पाया।

15.2.3 परिणाम के आधार पर अनुमान (Assumption based on experimental observation)

प्रयोगों से मेण्डल ने अनुमान लगाया–

1 प्रत्येक लक्षण को दर्शाने के लिए दो कारक (Factor) होते हैं।

2 प्रजनन के दौरान हर जनक के दो कारकों में से एक कारक सन्तान को मिलता है। इस प्रकार सन्तान में कारकों का एक नया जोड़ा बनता है।

3 विपरीत गुणों के दो जोड़ी कारकों में से एक प्रभावी और दूसरा अप्रभावी होता है।

आइए, एक क्रियाकलाप से पता करें कि मेण्डल ने किस गणितीय आधार पर ये अनुमान लगाए होंगे।

15.2.4 संभाविता और अनुमान की जाँच

क्रियाकलाप–3 सिक्के के खेल और संभाविता (Conferming assumption with the help of probability)

एक, दो या पाँच रूपए के एक जैसे दो सिक्के से खेल शुरू करते हैं। एक सिक्के में दोनों तरफ निशान लगा दें। सावधानी रखें कि सिक्के के चित (Head/H) एवं पट (Tail/T) दोनों भाग दिखते रहें।

निशान

यह 'अ' सिक्का है। बिना निशान वाला 'ब' सिक्का हुआ। अब 'अ' एवं 'ब' सिक्कों को एक साथ उछालें और सिक्कों को देखकर सारणी में अ एवं ब सिक्के के चित एवं पट को टेली (Tally) चिन्ह बनाकर नोट करें कि चित एवं पट कितनी बार आया। यदि पहली बार उछालने पर दोनों पर चित आए तो H, H के स्तम्भ के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ और अगली बार में दोनों पर पट आए तो T, T के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ।

सारणी–4

<table>
<tr><td>अ   ब</td><td>अ   ब</td><td>अ   ब</td><td>अ   ब</td></tr>
<tr><td>H   H</td><td>H   T</td><td>T   H</td><td>T   T</td></tr>
<tr><td>𝍸
|||</td><td>||||</td><td>𝍸
|</td><td>𝍸
|</td></tr>
</table>

ऐसा 500 या 1000 बार दोहराएँ। अब अ एवं ब सिक्के की चारों परिस्थितियाँ कितनी बार मिलीं, इसका प्रतिशत निकालें। क्या हर परिस्थिति 25 प्रतिशत मिल रही है? सिक्के की चारों परिस्थितियों, अर्थात् HH, HT, TH, TT का अनुपात आपको 1 : 1 : 1 : 1 मिला होगा (यानी हर एक की संभावना 25 प्रतिशत है)।

- अगर आप एक ही सिक्के से खेलते तो चित या पट होने की सम्भावना कितनी होती?

ठीक इसी प्रकार मेण्डल ने अपने प्रयोगों के अवलोकनों के आधार पर परिस्थितियों का प्रतिशत एवं अनुपात निकाला था। अगर हर सिक्के के चित और पट को मेण्डल का एक कारक जोड़ा मान लें तो दोनों सिक्कों पर चित (HH) एक साथ आए तो शुद्ध बैंगनी गुण एवं दोनों सिक्कों पर पट (TT) एक साथ हो तो शुद्ध सफेद गुण है। HT या TH बैंगनी, सफेद, या इन दोनों का मिला–जुला रंग दर्शा सकता है, परन्तु मेण्डल के प्रयोग में हमने देखा कि बैंगनी का प्रतिशत 75 है और सफेद का 25। ऐसा तभी संभव होगा जब HT, TH के प्रतिशत को HH के प्रतिशत से जोड़ा जाए (75 प्रतिशत बैंगनी मिलेगा)। यानी बैंगनी का एक भी कारक हो तो बैंगनी रंग के फूल पैदा करने वाले पौधे मिलेंगे। इसका अर्थ है कि ये बैंगनी कारक सफेद को दबा रहा होगा। इस बात को जाँचने के लिए मेण्डल कई विपरीत लक्षणों से प्रयोग करते रहे।

अनुमान और भी (Some more assumption)

जैसा कि हमने पहले पढ़ा, शुद्ध लक्षण वाले जनकों से मेण्डल ने अपना प्रयोग शुरु किया था। बैंगनी और सफेद फूल वाले पौधों के प्रयोग की बात करें तो–

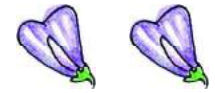
मेण्डल द्वारा पहली पीढ़ी को शुरु इस प्रकार किया गया–

शुद्ध बैंगनी और सफेद फूल के लक्षण के कारक जोड़ी में होंगे जिसे इस प्रकार दर्शाया जा सकता है–

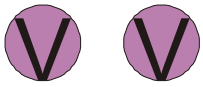
VV – बैंगनी (Purple)

vv – सफेद (White)

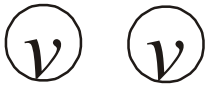
इन लक्षण वाले जनकों के बीजाण्ड और परागकण को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है–



बैंगनी



सफेद



बैंगनी और सफेद फूलों का पर–परागण करवाने पर–

	V	V
v	Vv	Vv
v	Vv	Vv

पहली पीढ़ी के पौधे Vv कारक वाले होंगे; क्योंकि कारकों के जोड़े इस प्रकार बनेंगे–

पहली पीढ़ी से प्राप्त यानी द्वितीय पीढ़ी के जनक पौधे के बीजाण्ड और परागकण इस प्रकार दर्शाए जा सकते हैं–

द्वितीय पीढ़ी के पौधे के कारकों के जोड़े इस प्रकार बनेंगे–

	V	v
V	VV	vV
v	Vv	vv

यानी 25 % पौधे पहली पीढ़ी के बैंगनी फूल वाले जनक पौधे के समान, 25 % पौधे पहली पीढ़ी के सफेद फूल वाले जनक पौधे के समान एवं 50 % पौधे द्वितीय पीढ़ी के जनक पौधे जैसे मिले। मेण्डल के इस प्रयोग में विषम रूप कारक (Heterozygous factor) Vv है और समरुप कारक (Homozygous factor) vv या VV है।

क्या आप जानते हैं?

कारकों की प्रकृति (उदाहरण के लिए सफेद फूल के कारक VV) को जीनोटाइप तथा इनसे प्रदर्शित लक्षणों को फिनोटाइप कहा जाता रहा है। अर्थात कारकों के समग्र समूह जिनसे लक्षण प्रदर्शित होते हैं जीनोटाइप हैं तथा बाह्य रूप से दिखाई देने वाले लक्षणों को फिनोटाइप कहा जाता है। मगर, वैज्ञानिक 'ए.जोहानसन' ने पहली बार जब सन 1909 में विविधता संबंधी अध्ययन के अपने पर्चे में इन शब्दों को प्रस्तावित किया तो उन्होंने लिखा– ''जीन, युग्मक (gamete) या उनके मेल से बनी कोशिका में पाए जाने वाले कारकों की इकाई है और समग्र जीन, युग्मक या कोशिका का 'जीनोटाइप' है। जीवों में पीढ़ी दर पीढ़ी काफी जीनोटिपिक समानता पाई जाती है। एक जैसे जीनोटिपिक समानता वाले जीवों में विभिन्न पर्यावरण के प्रभाव से उत्पन्न भिन्न प्रकार, फिनोटाइप हैं। यानी जीनोटाइप वंशागत लक्षण और फिनोटाइप अवंशागत लक्षण दर्शाता है।'' इस अनुच्छेद से हमें ये समझ में आता है कि वैज्ञानिक शब्दों का उपयोग व अर्थ समय के साथ बदलता है।

15.2.5 मेण्डल के नियम (Mendel's Law)

मेण्डल को अपने अनुमान एवं प्रयोगों से पता चला कि परागकण व बीजाण्ड बनते समय एक जोड़े कारक में से दोनों कारक अलग–अलग हो जाते हैं। यानी बैंगनी या सफेद फूल वाले मटर के पौधे के युग्मक (अर्थात्, परागकण या बीजाण्ड में) एक बैंगनी कारक या एक सफेद कारक होगा। बीजाण्ड और परागकण के मेल से बने बीज में रंग के दो कारक होंगे। ये दोनों बैंगनी (VV), दोनों सफेद (vv) या एक बैंगनी एक सफेद (Vv) हो सकता है। मेण्डल के अनुसार, युग्मक में कारक एक दूसरे से पृथक होकर पहुँचते हैं। यह मेण्डल के पृथक्करण का नियम (Law of Segregation) है।

मेण्डल ने प्रयोग सिर्फ एक–एक गुण के साथ ही नहीं किया। उन्होंने यह भी देखने की कोशिश की, कि यदि एक से अधिक गुणों का विश्लेषण एक साथ किया जाए तो क्या होगा? वे देखना चाहते थे कि क्या दो गुण या तीन गुण एक–दूसरे को प्रभावित करेंगे? एक से अधिक गुणों को लेकर किए गए प्रयोगों तथा उनसे सम्बधित नियम का विवरण परिशिष्ट में है।

क्या आप जानते हैं?

मेण्डल ने वंशागति की अवधारणा को विकसित करने के लिए लैंगिक प्रजनन करने वाले जीवों में, विपरीत एवं समान गुणों के कारकों के जोड़े संबंधी जो अध्ययन किए, वे आनुवंशिकी के आधार बने, पर उनके जीवन काल में कोई इसे समझ नहीं पाया। उनकी मौत के लगभग 30 साल बाद इसे सराहा गया।

आज हम जानते हैं कि ऐसी भी परिस्थितियां हैं जहाँ मेण्डलीय नियम हू ब हू लागू नहीं होते। उदाहरण के लिए अलैंगिक प्रजनन करने वाले जीव में तथा जिनमें गुणसूत्र जोड़े में नहीं होते (सरसों में गुणसूत्रों का चार गुणित समूह है तो गेहूँ में 2 से लेकर 12 गुणित गुणसूत्र के समूह होते हैं) या जिनमें एक ही गुण के एक से ज्यादा प्रभावी कारक हैं (मानव रक्त समूह)।

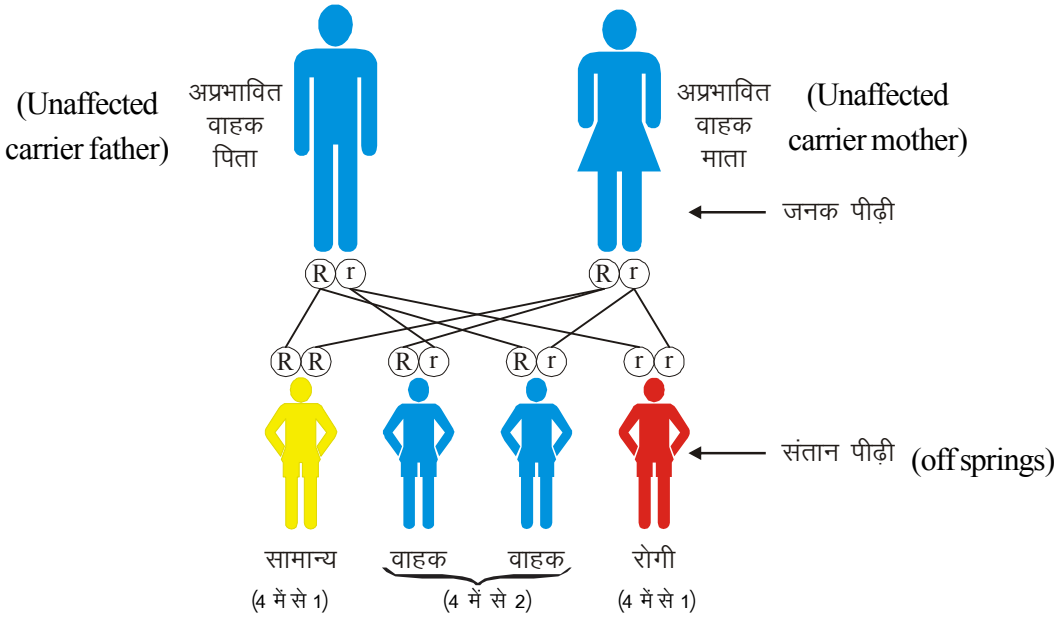
XKPP5F

15.3 मानव में मेण्डलीय नियम अनुसार आनुवंशिकी (Human Inheritance on the basis of mendel's laws)

क्रियाकलाप–1 में हमने कुछ लक्षणों का अध्ययन किया था। उसमें मेण्डलीय लक्षण था ठुड्डी में गड्ढा। यह मेण्डलीय नियम के अनुसार एक से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचता है। सिकल सेल एनिमिया भी लगभग ऐसा ही एक लक्षण है।

15.3.1 सिकल सेल कारक और आनुवंशिकी (Factors for sickle cell anaemia and their Inheritance)

मनुष्य में ग्यारहवें नम्बर के अलिंग (autosome) गुणसूत्र में हीमोग्लोबिन प्रोटीन बनने का कारक पाया जाता है। इससे सामान्य हीमोग्लोबिन प्रोटीन व गोल लाल रक्त कोशिका बनती है। इसके कारक को दर्शाने के लिए चित्र में RR सामान्य हीमोग्लोबिन बनाने वाले कारक के लिए लिया गया है। इसी कारक में बदलाव से हीमोग्लोबिन की संरचना में अंतर होता है जिससे रक्त कोशिकाएँ हँसियाकार हो जाती हैं। चित्र में इस अवस्था के कारकों को rr द्वारा दर्शाया गया है। हँसियाकार कोशिकाओं में ऑक्सीजन ग्रहण करने की क्षमता बहुत कम होती है। साथ ही एक सामान्य गोल रक्त कोशिका का जीवनकाल जहाँ 100 से 120 दिन है, एक हँसियाकार कोशिका का जीवन काल मात्र 15 से 20 दिन का होता है। इस प्रकार रक्त कोशिकाओं के आकार में बदलाव तथा ऑक्सीजन ग्रहण करने की क्षमता में कमी से रोगी बहुत जल्दी थक जाता है। यह तब घातक होता है जब इसके कारक समरूपी (rr) अवस्था में होते हैं। सामान्य हीमोग्लोबिन सम्बन्धी कारक जिससे गोल रक्त कोशिका बनती है। हीमोग्लोबिन की संरचना बदलने वाले कारक जिससे हँसियाकार रक्त कोशिका बनती है पर प्रभावी होते हैं।



चित्र–3 : मनुष्य में सिकल सेल लक्षण की आनुवंशिकी

क्या आप जानते हैं?

सिकल सेल एनीमिया से मलेरिया के प्रति प्रतिरोधात्मक क्षमता होती है। हमारे राज्य में सिकल सेल एनीमिया से पीड़ित लोगों की बहुतायत है। यह रोग केवल छत्तीसगढ़ में ही नहीं हमारे देश तथा अन्य देशों जैसे दक्षिण अफ्रीका में व्यापक रूप से पाया जाता है। इन इलाकों में मलेरिया का प्रकोप होने से सिकल सेल रोग के वाहकों (चित्र–3) के लिए इसके कारक लाभदायी हैं। हँसियाकार कोशिकाओं में मलेरिया के परजीवी जीवित नहीं रह पाते हैं। अतः यह मलेरिया के प्रति प्रतिरोधात्मक होता है।

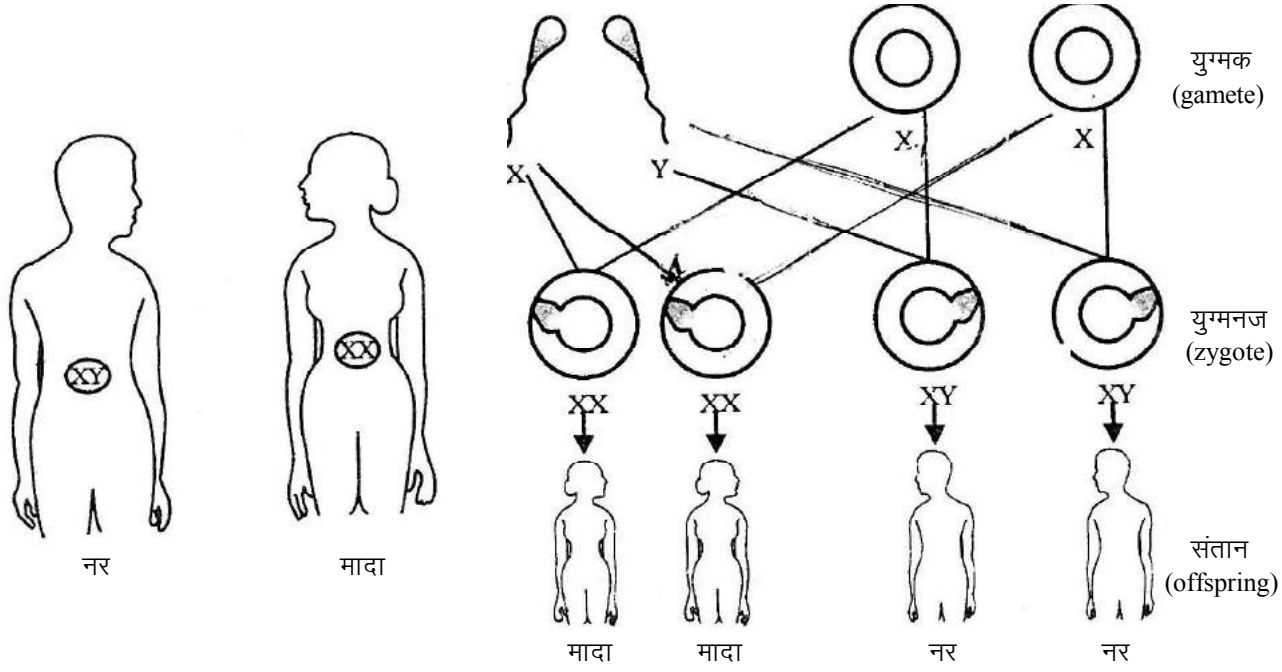
मनुष्य में लिंग निर्धारण की प्रक्रिया मेण्डल के पृथक्करण के नियम अनुसार होती है।

15.3.2 मनुष्य में लिंग निर्धारण (Sex determination in human)

हमने मनुष्य के गुणसूत्रों के बारे में जैविक प्रक्रियाएँ–3 में पढ़ा है। हमने यह भी जाना कि मनुष्य में लिंग निर्धारण 23 वाँ गुणसूत्र की एक जोड़ी कारकों से होता है– मादा में XX, नर में XY। शुक्राणुओं और अंडाणुओं में गुणसूत्रों की संख्या आधी होती है। जब माता का अण्डा तथा पिता का शुक्राणु परस्पर मिलते हैं तब युग्मनज (zygote) में फिर से द्विगुणित संख्या हो जाती हैं। इससे संतति बनती है जिसका लिंग इस पर निर्भर है कि उसमें दोनों X हैं या एक X और एक Y। अगर दोनों X हैं तो मादा बनती है और एक Y एक X गुणसूत्र वाले युग्मनजों से नर बनता है। (Y गुणसूत्र, X से छोटा होता है।)

चित्र से हम समझ सकते हैं कि नर व मादा बनने की संभावना हर जोड़े के लिए 50% है। यानी व्यक्ति का लिंग नर या मादा होना पूर्णतः एक संयोग की बात है। उसके लिए न तो मां और न ही पिता जिम्मेदार है।

- नर जनन कोशिकाओं में XY होने से व्यक्ति के लिंग निर्धारण में नर का हाथ हो सकता है। क्या आप इस बात से सहमत है? क्यों?



चित्र–4 : मनुष्य में लिंग निर्धारण (Sex determination in human)

15.4 जनकों से सन्तान : कारक से जीन तक (Parent to Offspring: factors to genes)

आनुवंशिकी के क्षेत्र में प्रथम महत्वपूर्ण योगदान मेण्डल ने ही दिया और इसलिए उन्हें ''आनुवंशिकी का जन्मदाता'' कहा गया है। मेण्डल ने परिकल्पना की कि प्रत्येक लक्षण एक जोड़ी कारक के द्वारा प्रकट होता है। इसके लगभग 60 साल बाद 1920 में टिड्डे के गुणसूत्रों पर प्रयोग कर रहे सटन (Sutton) ने बताया कि मेण्डलीय कारक गुणसूत्रों पर मौजूद होते हैं और किसी एक जनक के एक जोड़ी गुणसूत्र में से एक गुणसूत्र ही संतान को मिलता है। मेण्डल को बैंगनी और सफेद फूल के बीच की कोई अवस्था नजर नहीं आई क्योंकि बैंगनी और सफेद रंग के कारक अलग–अलग गुणसूत्र पर पाए गए। अतः मिला–जुला स्वरूप बनने की संभावना कम से कम होती है।

मेण्डल के कारक को आगे चल कर जीन (Gene) कहा गया। तब यह स्वीकार कर लिया गया कि जीन ही वंशागति के लिए उत्तरदायी इकाइयाँ हैं।

बाद में हमें यह भी पता चला कि एक जीन से बैंगनी रंग निर्धारित होता है।

पर जीन क्या है? शोध आगे बढ़ा और आनुवंशिक पदार्थ डी.एन.ए. की खोज हुई और उस पर उन हिस्सों की खोज होने लगी जहाँ से लक्षणों का निर्धारण होता है। जीन, डी.एन.ए. के उस हिस्से को माना गया जिससे प्रोटीन बनने की सूचना मिलती है। किसी जीन समूह में एक भी जीन में फेरबदल से नए जीन समूह बनते हैं। ऐसे जीन समूह वाली संतान नए जीन समूह की होती है। चाहे वो हमारे शरीर में ही कोई नए जीन वाली कोशिकाओं का समूह क्यों न हो। नए जीन समूह से नई प्रजाति निर्मित होती है और इसके आधार पर प्रजातियों की परिभाषा आनुवंशिक प्रजातियों की अवधारणा (genetic species concept) के अंतर्गत दी जाती है।

मनुष्य गुणसूत्रों पर पाए जाने वाले जीन का पूरा लेखा–जोखा तैयार हो चुका है। इसका कई प्रकार से लाभ मिल रहा है जैसे आनुवंशिक रोगों की पहचान व इनके इलाज में।

मुख्य शब्द (Keywords)

आनुवंशिकी, विपरीत लक्षण, प्रभावी, अप्रभावी, समरूप, विषमरूप, वाहक

हमने सीखा

- लक्षणों का पीढ़ी दर पीढ़ी पहुँचना आनुवंशिकी कहलाता है।
- एक जाति के जनकों की संतानों में समानताओं के बावजूद जो अंतर पाया जाता है उसे विभिन्नता कहते हैं।
- ऐसी विभिन्नताएँ जिनके लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में जाते हैं (जैसे– ठुड्डी में गड्ढा, बालों का रंग) वंशागत विभिन्नताएँ कहलाती हैं।
- विभिन्नताएँ जिनके लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में नहीं जाते हैं उन्हें उपार्जित विभिन्नताएँ कहते हैं। जैसे– मोटापा, चोट का निशान।
- गुणों के एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने की प्रक्रिया को समझने के लिए मेण्डल ने कई सालों तक कई प्रयोग किए। मटर के पौधों पर किए गए प्रयोगों से उन्होंने आनुवंशिकी के बुनियादी नियम प्रतिपादित किए।
- संयोग और संभाविता की मदद से मेण्डल अपने प्रयोगों के निष्कर्ष का अनुमान लगाते जिसकी जाँच, वे प्रयोग द्वारा करते थे।
- मेण्डल के प्रयोग से हमें आनुवंशिकी के बारे में निम्न बातों का पता चला–
  - प्रत्येक गुण/लक्षण प्रकट करने वाले दो कारक होते हैं।
  - प्रजनन के दौरान हर जनक से एक कारक सन्तान को मिलता है। इन कारकों का एक नया जोड़ा सन्तान में होता है।
  - गुणों के विपरीत रूप कारकों के विपरीत जोड़े द्वारा व्यक्त होते हैं– एक जोड़ा प्रभावी तो एक अप्रभावी।
- पृथ्थकरण का नियमः बीजाण्ड और परागकण बनते समय कारकों के अलग होने को मेण्डल के पृथक्करण का नियम कहा गया।
- सिकल सेल एनिमिया भी एक लक्षण है जो मेण्डलीय लक्षण के समान ही वंशानुगत होता है। इसमें लाल रक्त कोशिकाएँ हँसियाकार हो जाती हैं और उनमें ऑक्सीजन संवहन की क्षमता कम होती है।
- मनुष्य में 22 जोड़े गुणसूत्र के साथ दो X गुणसूत्रों से मादा बनती है तो एक X एक Y गुणसूत्र वाले युग्मनजों से नर बनता है। XX या XY बनने की सम्भावना 50% है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनें–

(i) मेण्डल की सफलता का क्या कारण है –

(अ) तर्कों या प्रयोगों के आधार पर स्पष्ट योजना एवं विधिवत अभिलेख।

(ब) केवल कुछ ही लक्षणों पर अपना ध्यान केन्द्रित करना।

(स) गणित व सांख्यिकी का प्रयोग।

(द) उपरोक्त सभी।

(ii) मेण्डल ने मटर के विपरीत लक्षण वाले गुणों का अध्ययन किया था। निम्न में से कौन सा उनके अध्ययन में शामिल नहीं था–

(अ) लम्बा और बौना (ब) पीले और हरे बीज का रंग

(स) अग्रस्थ और कक्षस्थ पुष्प (द) चिकना एवं खुरदरा तना

(iii) कुछ लोग अपनी जीभ गोल मोड़ सकते हैं (Roller-RR\Rr) और यह एक ऑटोसोम संबंधी प्रभावी गुण है। जो नहीं मोड़ सकते, वह अप्रभावी कारक वाले हैं (Non Roller - rr)

एक बच्चा अपनी जीभ गोल मोड़ सकता है। उसका एक भाई जीभ नहीं मोड़ सकता और दो बहनें जीभ गोल मोड़ सकती हैं। यदि उनके दोनों जनक जीभ मोड़ सकने वाले हैं तो जनकों के कारक होंगे–

(अ) RR एवं RR (ब) Rr एवं Rr (स) RR एवं rr (द) rr एवं rr

2. मनुष्य में 4 रक्त समूह A, B, AB, O प्रतिजनकारकों को व्यक्त करने वाले पदार्थों की उपस्थिति व अनुपस्थिति के आधार पर पहचाना जाता है। O में A या B में से कोई भी कारक नहीं पाया जाता। 'I' उस पदार्थ के कारक को दर्शा रहा हो तो हम निम्नलिखित तरीके से कारकों के जोड़े को दर्शा सकते हैं। I^O का मतलब है कि I कारक की अनुपस्थिति।

रक्त समूह (Blood group)	रक्त समूह दर्शाने वाले कारक (Factors)
A	$I^A I^A$ या $I^A I^O$
B	$I^B I^B$ या $I^B I^O$
AB	$I^A I^B$
O	$I^O I^O$

इस जानकारी के आधार पर निम्नलिखित सवालों का उत्तर दें–

- रक्त समूह A दर्शाने के लिए कितने I^A कारकों की जरूरत होगी?
- रक्त समूह O दर्शाने के लिए कितने I^O कारकों की जरूरत होगी?
- A, B, O रक्त समूह में से कौन–सा दब्बू या अप्रभावी कारक है?
- 'अप्रभावी कारक हमेशा शुद्ध जनक पीढ़ी को दर्शाता है।' इस कथन की पुष्टि करें।
- रक्त समूह A वाले माता–पिता के दो बच्चों में से एक O रक्त समूह वाला है तो माता–पिता के रक्त समूह दर्शाने वाले कारक क्या होंगे? दूसरे बच्चे का रक्त समूह क्या हो सकता है?

3. जनकों में पर–परागण करवाने पर : नीले पुष्प वाले × सफेद पुष्प वाले

जनक Bb जनक bb

F_1 पीढ़ी के संतान के कारकों के जोड़े होंगे–

क	ख	ग	घ

4. गाय की एक प्रजाति ''जेबा'' गर्मी में रहने के लिए अनुकूलित है। एक और प्रजाति साहिवाल साल भर में लगभग 20,000 लीटर दूध देती है। अंगुस नामक एक अन्य प्रजाति का शरीर सुदृढ़ है। छत्तीसगढ़ में किसी गाय से ज्यादा से ज्यादा दूध प्राप्त करना हो तो इनमें से किन गायों में संकरण करना होगा और क्यों?
5. आनुवंशिकी का अध्ययन हमें फसल उत्पादन को बढ़ाने के लिए कैसे मदद कर सकता है?
6. लक्षणों के चुनाव से हम पौधों की नई किस्में कैसे प्राप्त करेंगे? (संकेत– अध्याय 1 में आपने सरसों फूल के पौधे का अध्ययन किया था। उस स्थान पर किसी दूसरे पौधे को रखकर सोचें)
7. एक कृषक ने बैंगनी फूल वाले मटर के पौधे के बीज लगाए और दावा किया कि अगली पीढ़ी में बैंगनी फूल के पौधे ही मिलेंगे। क्या वे सही थे? स्पष्ट कीजिए।
8. आजकल सफेद और लाल गुलाब के फूल वाले पौधों से गुलाबी रंग के फूल वाले पौधे प्राप्त करना संभव हो गया है। क्या कुछ कारक घुलते–मिलते भी हैं? कृषि से जुड़े कुछ और ऐसे उदाहरण लिखिए।
9. (अ) क्रियाकलाप–3 को अगर आप एक ही सिक्के से खेलते तो चित या पट होने की संभावना कितनी होती?
   (ब) क्या हर बार की परिस्थिति 25 प्रतिशत मिल रही है?
10. कारकों की जानकारी के आधार पर क्या हम खुद भी उन्नत बीज तैयार कर सकते हैं? इसके लिए हमें क्या करना होगा?
11. दूध की मिठास मुख्य रूप से उसमें उपस्थित लेक्टोज शर्करा के कारण है। आपने कई लोगों के बारे में सुना होगा कि वे दूध या दूध संबंधी उत्पादों को पचा नहीं सकते हैं। इस शर्करा को पचाने वाले एन्जाइम का बनना एक मेण्डलीय कारक के रूप में पीढ़ी दर पीढ़ी चलता रहता है। एन्जाइम बनने के लिए एक भी कारक हो तो एन्जाइम बनता है और दूध पच सकता है। इस जानकारी के आधार पर बताएं–
   - माता पिता दूध पचा पाते हैं मगर उनका एक बच्चा दूध नहीं पचा पाता तो ऐसे बच्चे के माता पिता के कारक कैसे होंगे (Lactose को पचाने वाले कारक L हो तो)?
   - बच्चे के कारक किस प्रकार के होंगे? ऐसे कारकों के जोड़े को क्या कहा जाता है?
   - इन्हीं माता–पिता के कितने प्रतिशत बच्चे दूध पचा सकेंगे?
12. चने के पौधे में कक्ष से एक या दो पुष्प निकलते हैं। स्वाभाविक रूप से एक पुष्प से एक बीज बनना प्रभावी गुण (dominant character) है। जबकि दो पुष्प से दो बीज बनते हैं यह अप्रभावी गुण (recessive character) है। यदि प्रभावी कारक को SS और अप्रभावी कारक को ss से प्रदर्शित किया जाए तो उक्त जानकारी के आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर दीजिए–
    1. शुद्ध प्रभावी एकल पुष्पीय पौधे SS एवं शुद्ध अप्रभावी द्विपुष्पीय पौधे ss का परपरागण करने पर उत्पन्न प्रथम संतति का स्वपरागण करने पर द्वितीय पीढ़ी में एक पुष्पीय एवं द्विपुष्पीय पौधों का प्रतिशत बताइए एवं दर्शाइए।
    2. विषमरूप एक पुष्पीय पौधे Ss तथा शुद्ध अप्रभावी पुष्पीय पौधे ss के कारकों से उत्पन्न एकल पुष्पीय और द्विपुष्पीय पौधों का प्रतिशत बताइए।
    3. शुद्ध प्रभावी एकल पुष्पीय पौधे SS तथा विषमरूप Ss एकल पुष्पीय पौधे को यदि परपरागित किया जाए तो एकल पुष्पीय पौधों का प्रतिशत बताइए एवं दर्शाइए।

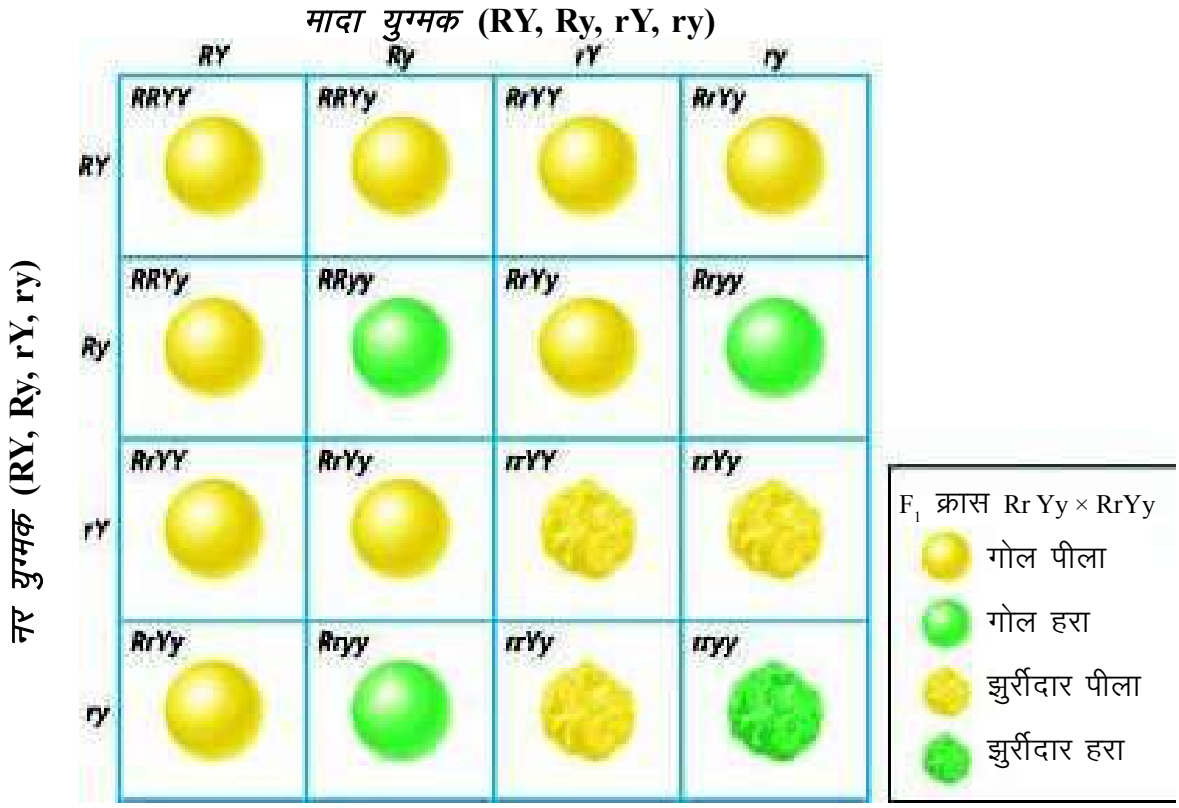
परिशिष्ट

मेण्डल का एक और नियम (Another Law of Mendel)

मेण्डल ने एक से अधिक लक्षणों के आनुवंशिकी का अध्ययन करने के लिए दो लक्षणों का अध्ययन साथ साथ किया। उदाहरण के लिए उन्होंने (लगभग 600 बीजों में) गोल और पीले (RRYY) दाने वाले बीज और झुर्रीदार हरे (rryy) दाने वाले बीज के पौधों का पर–परागण करवाया। जनक पौधे के दोनों गुण यानी गोल पीले या झुर्रीदार हरे शुद्ध थे। इस तरह बने बीजों से जो पौधे बने उन सब में दाने गोल पीले थे। यह तो हम जानते ही हैं कि अगर दानों में गोल और पीले रंग के कारक प्रभावी हैं, तो पहली पीढ़ी में सारे पौधों में दाने गोल पीले होंगे (RrYy)। मेण्डल को इसकी दूसरी पीढ़ी में निम्न परिणाम मिले– 315 में गोल पीले दाने, 101 में झुर्रीदार पीले दाने, 108 में गोल हरे दाने, 32 में झुर्रीदार हरे दाने। इनका लगभग अनुपात निकाले तो 9:3:3:1 निकला। मेण्डल के सामने सवाल था कि ये अनुपात कैसे आया? यह तभी संभव था यदि इनके परागकण और बीजाण्ड इस प्रकार बनेंगे–RY, Ry, rY, ry

द्विसंकर क्रास (Dihybrid cross)

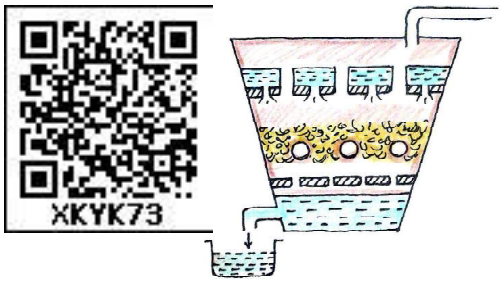
मेण्डल ने यह निष्कर्ष निकाला कि अलग–अलग गुण एक–दूसरे से स्वतंत्र रूप में अगली पीढ़ी तक (युग्मकों द्वारा) पहुँचते हैं। इसी को स्वतंत्र अपव्यूहन (Law of Independent Assortment) का नियम कहा गया।



अध्याय–16

हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न

(DERIVATIVES OF HYDROCARBONS)



प्रारंभ में यह धारणा थी कि कुछ कार्बन युक्त पदार्थ जैसे– शक्कर, स्टार्च, कपूर, यूरिया आदि हमें सजीवों से ही प्राप्त हो सकते हैं। सजीवों (organism) में इनके संश्लेषण के लिए जीवन शक्ति (vital force) पाई जाती है। सजीवों में इनके संश्लेषण के कारण रसायन की इस शाखा को जिसमें इन पदार्थों का अध्ययन किया जाता है, आर्गेनिक (organic) रसायन कहा गया। परन्तु 1828 में, जर्मन रसायनज्ञ फ्रेडरिक वोहलर (Friedrich Wohler) ने अकार्बनिक पदार्थ अमोनियम साइनेट से कार्बनिक यौगिक, यूरिया (मूत्र में उपस्थित पदार्थ) का प्रयोगशाला में संश्लेषण कर यह दिखाया कि इन पदार्थो के निर्माण के लिए जीवन शक्ति की आवश्यकता नहीं है। इस तरह पहली बार कार्बनिक पदार्थ यूरिया का संश्लेषण, अकार्बनिक पदार्थ अमोनियम साइनेट से किया गया।

फ्रेडरिक वोहलर
(Friedrich Wohler)

जर्मन रसायनज्ञ फ्रेडरिक वोहलर (1800–1882) अकार्बनिक पदार्थ से कार्बनिक यौगिक यूरिया के सबसे पहले संश्लेषण करने के लिए जाने जाते हैं। उन्होंने प्रयोगशाला में यूरिया का संश्लेषण कर जैव शक्तिवाद (vitalistic theory) जिसके अनुसार सजीवों में पाए जाने वाले पदार्थों के बनने के लिए विशेष जीवन–शक्ति की आवश्यकता होती है, का खंडन किया।

वोहलर ने लीबिग के साथ कड़वे बादाम के तेल का अध्ययन किया और साथ ही अन्य वैज्ञानिकों के साथ मिलकर सिलिकन, बेरिलियम को उनके मिश्रण से पृथक करने का कार्य भी किया। कैल्सियम कार्बाइड और सिलिकन नाइट्राइड के संश्लेषण में भी इनकी महत्वपूर्ण भूमिका है।

कार्बनिक रसायन ऐसा रसायन है जिसमें कार्बन और उसके यौगिकों का अध्ययन किया जाता है। कार्बन के परमाणु आपस में जुड़कर बहुत सारे यौगिक बनाने की क्षमता रखते हैं जिसे हम शृंखलन (catenation) कहते हैं। यही कारण है कि प्रकृति में बहुत अधिक कार्बनिक यौगिक पाए जाते हैं। आज ज्ञात पदार्थों में लगभग 96% यौगिक कार्बनिक हैं।

हम जानते हैं कि ऐसे यौगिक जो केवल कार्बन और हाइड्रोजन के मिलने से बनते हैं हाइड्रोकार्बन कहलाते हैं। हाइड्रोकार्बन में यदि कार्बन की चारों संयोजकताएँ एकल बंधों द्वारा संतुष्ट होती हैं तो उसे संतृप्त हाइड्रोकार्बन, ऐल्केन कहते हैं। यदि ये द्विबंध या त्रिबंध द्वारा संतुष्ट होती हैं तो इन्हें असंतृप्त हाइड्रोकार्बन क्रमशः ऐल्कीन तथा ऐल्काइन कहा जाता है।

कक्षा 9 वीं में हमने हाइड्रोकार्बन ऐल्केन का विस्तृत अध्ययन किया है। ऐल्केन को सूत्र RH द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। जब RH से एक हाइड्रोजन परमाणु अलग किया जाता है तब जो मूलक बनता है उसे ऐल्किल (alkyl) मूलक कहते हैं। इसे सामान्यतः –R द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जैसे मेथैन (CH_4) तथा एथेन (C_2H_6) से एक–एक हाइड्रोजन परमाणु अलग करने पर क्रमशः मेथिल ($-CH_3$) तथा एथिल ($-C_2H_5$) मूलक प्राप्त होते हैं। क्या कार्बनिक यौगिकों के सभी गुणों का निर्धारण इन्हीं मूलकों द्वारा होता है या किसी अन्य समूह द्वारा? आइए, इसे समझें।

परमाणु अथवा परमाणुओं का वह समूह जो किसी ऐल्किल मूलक के साथ जुड़कर उस पदार्थ के विशिष्ट व्यवहार को दर्शाता है और उस कार्बनिक यौगिक के रासायनिक गुणों को निर्धारित करता है, उसे ही कार्बनिक रसायन में क्रियात्मक समूह (functional group) कहते हैं।

सारणी–1 में कुछ क्रियात्मक समूह दर्शाए गए हैं–

सारणी–1 : कार्बनिक यौगिकों के कुछ क्रियात्मक समूह

क्रियात्मक समूह का नाम	सूत्र
ऐल्डिहाइड	$-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-H$
कीटोन	>C=O
कार्बोक्सिलिक अम्ल	$-\overset{\overset{O}{\|\|}}{C}-OH$
हैलो (क्लोरो, ब्रोमो)	–Cl, –Br

प्रश्न

1. निम्नलिखित यौगिकों में क्रियात्मक समूह पहचानकर लिखिए–

   C_3H_7OH, C_4H_9Cl, CH_3CHO, $C_5H_{11}COOH$

2. एथिल तथा प्रोपिल मूलक में क्रियात्मक समूह –OH जोड़कर बनने वाले यौगिकों के सूत्र लिखिए।
3. मेथिल मूलक में क्रियात्मक समूह –Br तथा –COOH जोड़कर बनने वाले यौगिकों के सूत्र लिखिए।

आपने कास्टिक सोडा का नाम सुना होगा। इसका सूत्र NaOH है अर्थात् OH^- के साथ सोडियम जुड़ा है। आइए, –OH से जुड़े एक यौगिक का उदाहरण देखें।

यदि मेथैन (CH_4) के एक हाइड्रोजन को –OH से प्रतिस्थापित किया जाए तो मेथिल एल्कोहॉल (CH_3OH) प्राप्त होता है। इस तरह हमने –OH युक्त दो यौगिकों को जाना।

NaOH तथा CH_3OH

इन दोनों यौगिकों की इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना बनाइए। उपरोक्त दोनों संरचनाओं में OH, Na^+ और $-CH_3$ से किस प्रकार के बन्ध द्वारा जुड़ा है?

अभी हमने दोनों यौगिकों का संरचनात्मक अध्ययन किया। आइए, अब इन यौगिकों की प्रकृति को एक क्रियाकलाप के माध्यम से समझें।

क्रियाकलाप–1

- दो बीकर या गिलास लें।
- पहले बीकर में 5 mL जल लेकर उसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइड का एक छोटा टुकड़ा डालें।
- दूसरे बीकर में 5 mL मेथिल ऐल्कोहॉल डालें।
- दोनों बीकर में रखे पदार्थ का लिटमस तथा सार्वत्रिक सूचक के साथ परीक्षण करें और नीचे दी गई सारणी में अवलोकन को लिखें–

सारणी–2 : सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा मेथिल ऐल्कोहॉल की प्रकृति

पदार्थ	लाल लिटमस पर प्रभाव	नीले लिटमस पर प्रभाव	सार्वत्रिक सूचक के अनुसार pH मान
सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन			
मेथिल ऐल्कोहॉल			

सारणी–2 को देखने और बंध की प्रकृति (सोडियम हाइड्रॉक्साइड में आयनिक बंध और मेथिल ऐल्कोहॉल में सहसंयोजी बंध) जान लेने के बाद हमने देखा कि दोनों यौगिकों में OH है किंतु दोनों की प्रकृति एक जैसी नहीं है। NaOH में OH^- (हाइड्रॉक्साइड आयन) तथा CH_3OH में –OH (हाइड्रॉक्सिल समूह) के रूप में उपस्थित है। चूंकि मेथिल ऐल्कोहॉल कार्बनिक यौगिक है अतः यहाँ पर –OH क्रियात्मक समूह के रूप में कार्य करता है। इस तरह से दोनों पदार्थों का स्वभाव इस बात पर भी निर्भर करता है कि OH किस मूलक के साथ जुड़ा हुआ है।

16.1 *ऐल्कोहॉल* (Alcohols)

जब ऐल्किल समूह –OH (क्रियात्मक समूह) से जुड़ता है तो यौगिक को ऐल्कोहॉल (ROH), ऐल्किल ऐल्कोहॉल या ऐल्केनॉल कहते हैं। ऐल्केनॉल को हाइड्रोकार्बन का हाइड्रॉक्सी व्युत्पन्न भी कहते हैं।

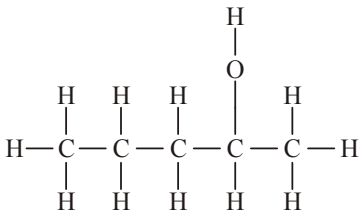
16.1.1 *ऐल्कोहॉल का नामकरण* (Nomenclature of alcohols)

IUPAC पद्धति के अनुसार, ऐल्कोहॉल के नामकरण के लिए उसके जनक (parent) हाइड्रोकार्बन के नाम के अनुलग्न (suffix) से e के स्थान पर ऑल (ol) लगाया जाता है। सारणी–3 में कुछ उदाहरण दिए गए हैं उनके आधार पर उन स्थानों को पूरा कीजिए जहाँ प्रश्नवाचक चिह्न लगा है।

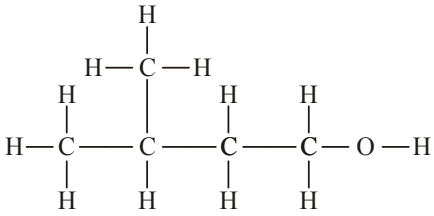
सारणी–3

जनक हाइड्रोकार्बन	IUPAC नाम	सूत्र
Methan***e*** मेथैन	Methan***ol*** मेथैनॉल	CH_3OH
Ethan***e*** एथेन	Ethan***ol*** एथनॉल	CH_3CH_2OH
Propane प्रोपेन	?	?
?	Butanol ब्यूटेनॉल	?

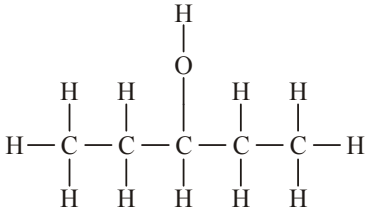
नीचे लिखी चारों संरचनाएँ एक समान हैं या इनमें कोई भिन्नता है? इन यौगिकों के नाम क्या हैं?



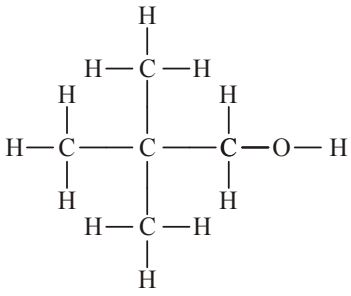
क



ख



ग

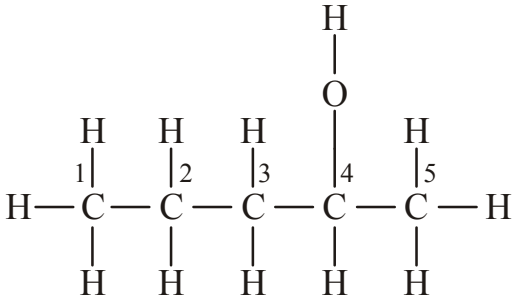


घ

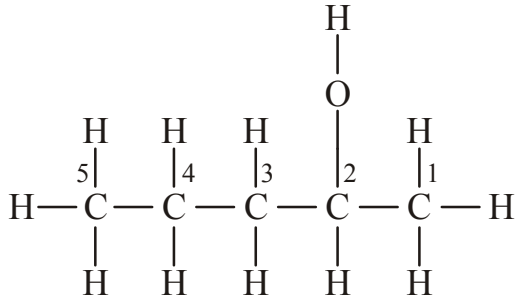
हमने देखा कि चारों यौगिकों का अणु सूत्र $C_5H_{12}O$ है पर संरचनात्मक सूत्र भिन्न–भिन्न हैं। कक्षा नवमीं में हमने हाइड्रोकार्बन का आईयूपीएसी (IUPAC) नामकरण पढ़ा था। ऐल्कोहॉल के IUPAC नामकरण के लिए–

- पहले कार्बन की ऐसी सबसे लंबी सतत शृंखला का चयन करते हैं जिसमें ऐल्कोहॉल (-OH) क्रियात्मक समूह उपस्थित हो।
- फिर शृंखला के कार्बन परमाणुओं को क्रम से ऐसे अंक देते हैं कि उस कार्बन को लघुतम (कम) अंक मिले जिससे ऐल्कोहॉल क्रियात्मक समूह जुड़ा हो।
- अब यौगिक का नाम लिखने के लिए हाइड्रोकार्बन के नामकरण के समान प्रतिस्थापी समूह की स्थान संख्या, फिर लघु रेखा (-) उसके बाद प्रतिस्थापी समूह का नाम, मूल भाग, फिर लघु रेखा, उसके बाद -OH की स्थान संख्या के साथ लघु रेखा (-) लिखते हुए अनुलग्न ऑल (ol) लिखा जाता है।

आइए, अब इन नियमों को ध्यान में रखते हुए उपरोक्त संरचना वाले ऐल्कोहॉलों का IUPAC नाम लिखते हैं। संरचना 'क' में कार्बन की सतत शृंखला को दो प्रकार से क्रम दिया जा सकता है।



क (i)



क (ii)

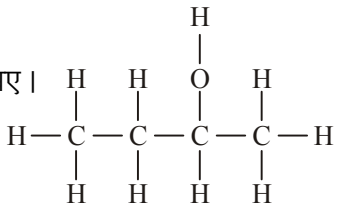
'क' (i) या 'क' (ii) दोनों संरचना में से कौन सा क्रम देना सही होगा? IUPAC नियमों के अनुसार संरचना 'क' (ii) में किया गया अंकन उचित है। क्योंकि 'क' (ii) में –OH से जुड़े कार्बन को क्रम से अंक 2 मिलता है जबकि 'क' (i) में इसे अंक 4 मिलता है अतः 'क' (ii) संरचना वाले यौगिक का नाम पेन्टेन–2–ऑल है।

'क' और 'ग' संरचना वाले यौगिकों को देखें तो पता चलता है कि दोनों के अणुसूत्र समान हैं किन्तु –OH समूह की कार्बन के साथ जुड़ने की स्थिति अलग–अलग है। ऐसे यौगिक जिनके अणुसूत्र समान होते हैं किन्तु क्रियात्मक समूह की कार्बन शृंखला से जुड़ने की स्थिति भिन्न–भिन्न होती है, एक–दूसरे के स्थिति समावयवी (position isomers) कहलाते हैं।

इसी तरह 'ख' और 'घ' को ध्यान से देखने पर पता चलता है कि दोनों यौगिकों की कार्बन परमाणुओं की शृंखला में अंतर है पर दोनों के अणुसूत्र समान हैं। ऐसी संरचना वाले यौगिक जिनके अणुसूत्र समान होते हैं किन्तु कार्बन परमाणुओं की शृंखला में भिन्नता होती है, एक–दूसरे के शृंखला समावयवी (chain isomers) कहलाते हैं।

प्रश्न

1. हाइड्रॉक्साइड तथा हाइड्रॉक्सिल समूह युक्त दो–दो यौगिकों के सूत्र लिखिए।
2. दिए गए यौगिक का IUPAC नामकरण कीजिए–

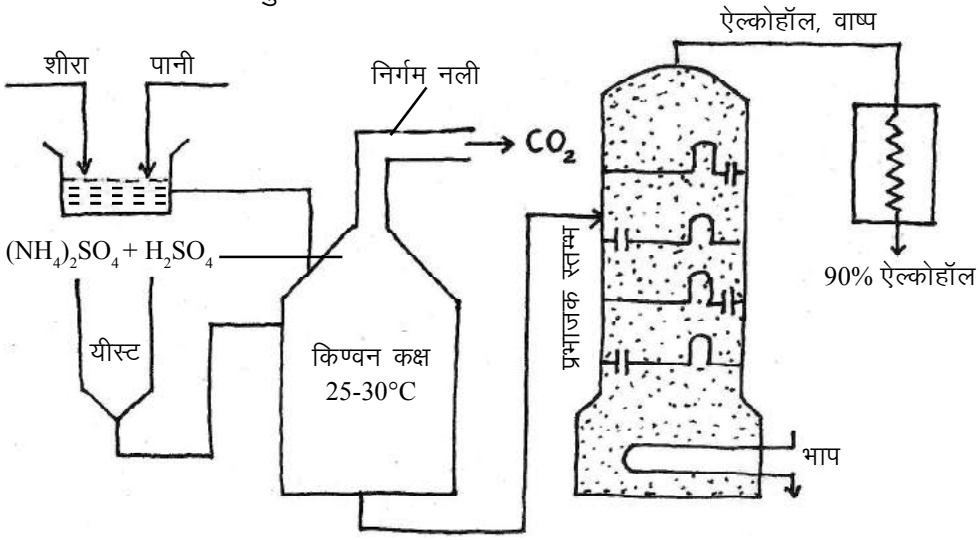


3. 2–मेथिलप्रोपेन–1–ऑल का संरचनात्मक सूत्र क्या होगा?

4. C_3H_8O के संभावित समावयवियों के संरचनात्मक सूत्र लिखिए।

16.1.2 एथनॉल का औद्योगिक उत्पादन (Industrial manufacture of ethanol)

एथनॉल (एथिल ऐल्कोहॉल) का औद्योगिक उत्पादन किण्वन (fermentation) विधि से किया जाता है। इसके लिए गन्ने के रस से शक्कर के क्रिस्टल पृथक कर लेने के पश्चात् बचे पीले गाढ़े रंग के चाशनी जैसे द्रव जिसे शीरा (molasses) कहते हैं का उपयोग किया जाता है। शीरे में पानी मिलाकर इतना तनु किया जाता है कि उसका सांद्रण 8–10% हो जाए। फिर इस विलयन में अमोनियम सल्फेट मिलाया जाता है जो यीस्ट की वृद्धि में सहायक है। उक्त विलयन में थोड़ी मात्रा में सल्फ्यूरिक अम्ल मिला दिया जाता है। सल्फ्यूरिक अम्ल यीस्ट की वृद्धि में सहायक होता है तथा अन्य जीवाणुओं को नष्ट करता है।



चित्र–1 : शीरे से एथनॉल का औद्योगिक उत्पादन

चित्र–1 में दर्शाए अनुसार, उपरोक्त मिश्रण को टंकी में भरकर 5% यीस्ट मिलाकर 25-30°C पर वायु की अनुपस्थिति में दो–तीन दिन के लिए रखा जाता है। यीस्ट एक प्रकार का कवक या फफूंद (fungus) है जिसमें एंजाइम (प्रकिण्व) इन्वर्टेस, जाइमेज आदि होते हैं। इन्वर्टेस शीरा में उपस्थित सुक्रोस को ग्लूकोस और फ्रक्टोज़ में बदल देता है। फ्रक्टोज़ और ग्लूकोस से जाइमेज की उपस्थिति में किण्वन की प्रक्रिया द्वारा एथनॉल प्राप्त होता है। इस प्रकिया में तेज बुदबुदाहट के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है जिसे निर्गम नली से निकाल लिया जाता है। ऐल्कोहॉल बनाने की प्रक्रिया को समीकरण द्वारा इस प्रकार दर्शाया जाता है–

$$\underset{\textit{सुक्रोस}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{इन्वर्टेस}} \underset{\textit{ग्लूकोस}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\textit{फ्रक्टोज़}}{C_6H_{12}O_6}$$

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{जाइमेज़}} \underset{\textit{एथनॉल}}{2C_2H_5OH} + 2CO_2\uparrow$$

जैव उत्प्रेरक : एन्जाइम (Enzyme)– उत्प्रेरक ऐसे पदार्थ होते हैं जो रासायनिक अभिक्रिया में स्वयं भाग नहीं लेते, किन्तु अभिक्रिया की दर को परिवर्तित कर देते हैं। जैविक प्रक्रियाओं को प्रभावित करने वाले उत्प्रेरकों को जैव उत्प्रेरक, एंजाइम या प्रकिण्व कहते हैं।

इस विधि से प्राप्त एल्कोहॉल तनु होता है। 100% एथनॉल जिसमें जल नहीं होता परिशुद्ध ऐल्कोहॉल (absolute alcohol) कहलाता है। एथनॉल में जब 5% प्रतिशत जल मिला होता है तो इसे परिशोधित स्पिरिट (rectified spirit) कहते हैं। पेट्रोल तथा एथनॉल का मिश्रण पावर ऐल्कोहॉल कहलाता है। इसका उपयोग ऑटोमोबाइल में ईंधन के रूप में किया जाता है।

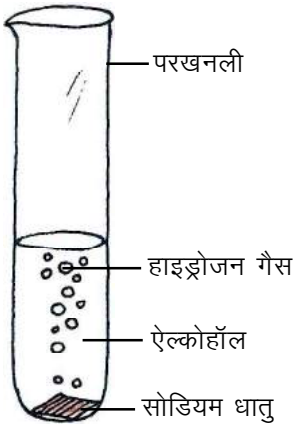
16.1.3 ऐल्कोहॉल के गुणधर्म (Properties of alcohols)

सामान्यतः ऐल्कोहॉल बहुत ही दुर्बल अम्लीय से लेकर उदासीन स्वभाव के होते हैं। आइए, इसे क्रियाकलाप द्वारा समझें।

क्रियाकलाप–2

- एक परखनली में 10 mL एथनॉल लीजिए।
- चावल के दाने के बराबर सोडियम धातु का टुकड़ा मिट्टी के तेल से निकालकर छन्ना पत्र पर सुखा लें ।
- इस टुकड़े को परखनली में डालें, होने वाली अभिक्रिया का अवलोकन कर नोट करें।

एथनॉल अति सक्रिय धातुओं जैसे–सोडियम या मैग्नीशियम के साथ अभिक्रिया कर हाइड्रोजन गैस मुक्त करता है।



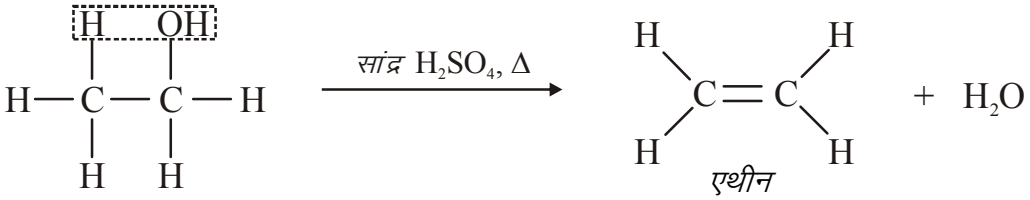
चित्र–2 : ऐल्कोहॉल की सोडियम धातु से अभिक्रिया

$$C_2H_5OH + Na \longrightarrow \underset{\text{सोडियम एथॉक्साइड}}{C_2H_5ONa} + H_2\uparrow$$

इसी तरह मेथैनॉल, सोडियम से अभिक्रिया करके सोडियम मेथॉक्साइड बनाता है। उपरोक्त अभिक्रिया को संतुलित कीजिए और बताइए कि क्या होगा जब एथनॉल, मैग्नीशियम के साथ अभिक्रिया करेगा?

16.1.3.1 ऐल्कोहॉल का निर्जलीकरण (Dehydration of alcohols)

ऐल्कोहॉल को सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में 443 K पर गर्म करने से -OH और समीपस्थ कार्बन का हाइड्रोजन जुड़कर पानी बनाकर अलग हो जाते हैं। इस तरह ऐल्कोहॉल के निर्जलीकरण से ऐल्कीन बनता है।



16.1.3.2 ऐल्कोहॉल का ऑक्सीकरण (Oxidation of alcohols)

ऐल्कोहॉल का प्रबल ऑक्सीकारकों की उपस्थिति में आसानी से ऑक्सीकरण होता है और कार्बोक्सिलिक अम्ल बनता है।

$$C_2H_5OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकारक}} \underset{\text{एथेनॉइक अम्ल}}{CH_3COOH} + H_2O$$

$$CH_3OH \xrightarrow{\text{ऑक्सीकारक}} \underset{\text{मेथैनॉइक अम्ल}}{HCOOH} + H_2O$$

16.1.4 ऐल्कोहॉल का उपयोग (Uses of alcohols)

1. ऐल्कोहॉल में कई पदार्थ घुल जाते हैं इसलिए इसका उपयोग पेंट, वार्निश आदि के विलायक के रूप में किया जाता है।
2. मेथैनॉल (मेथिल ऐल्कोहॉल) का क्वथनांक 65^0C होता है और यह ज्वलनशील भी है अतः इसका उपयोग पेट्रोल के साथ ईंधन के रूप में भी किया जाता है।
3. एथनॉल, मेथैनॉल की तुलना में कम हानिकारक होता है इसलिए अधिकतर देशों में पेट्रोल के साथ एथनॉल मिलाया जाता है। स्पिरिट लैंप में भी एथनॉल का उपयोग ईंधन के रूप में किया जाता है।
4. एथनॉल (एथिल ऐल्कोहॉल) का हिमांक तथा गलनांक −114°C होता है इसलिए इसका उपयोग कम ताप वाले थर्मामीटर में किया जाता है। यह आसानी से तथा एक सार रूप में फैलने वाला रंगहीन द्रव है। इसमें लाल रंग का रंजक मिलाया जाता है ताकि तापक्रम को आसानी से पढ़ा जा सके।
5. ग्लाइकॉल और ग्लिसरॉल भी एक प्रकार के ऐल्कोहॉल ही हैं। ये ऐल्कोहॉल साबुन, दवाई और कार के रेडिएटर में प्रतिशीतलक (antifreeze) के रूप में उपयोगी हैं।
6. एथनॉल का उपयोग चिकित्सा के क्षेत्र में निर्जर्मीकारक (sterilizing agent) के रूप में किया जाता है।

ऐल्कोहॉल के दुष्प्रभाव

तनु एथनॉल की थोड़ी सी मात्रा लेने से भी नशा होता है। लंबे समय तक लगातार (अधिक मात्रा में) एथनॉल लेने से शरीर के यकृत जैसे मुख्य अंग खराब हो जाते हैं साथ–साथ उपापचयी प्रक्रिया धीमी पड़ जाती है। मेथैनॉल की थोड़ी सी मात्रा लेने से मृत्यु तक हो सकती है। यह यकृत की कोशिकाओं के घटकों के साथ तेजी से अभिक्रिया करके पूरे शरीर में विषाक्तता फैला देता है।

ऐल्कोहॉल, विशेषकर एथनॉल एक महत्वपूर्ण औद्योगिक विलायक है। इस कारण इसका उत्पादन बहुत बड़े स्तर पर किया जाता है। इसका दुरुपयोग रोकने के लिए इसमें विषैले स्वभाव वाला पदार्थ मेथैनॉल (10%–15%) मिला दिया जाता है ताकि यह पीने योग्य न रह जाए। ऐसे एथनॉल की पहचान करने के लिए रंजक मिलाकर इसका रंग नीला कर दिया जाता है ताकि यह समझ में आ सके कि इसमें मेथैनॉल मिला हुआ है। इस तरह के मिश्रण को मिथाइलेटेड स्पिरिट (methylated spirit) कहते हैं।

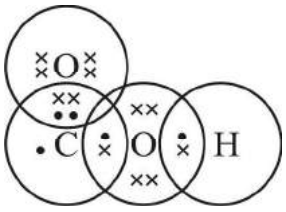
प्रश्न

1. शीरा किसे कहते हैं?
2. क्या होगा जब–
   (क) एथनॉल को सांद्र सल्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में गर्म किया जाए।
   (ख) शीरे में यीस्ट मिलाया जाए।

16.2 ऐल्केनॉइक अम्ल (Alkanoic acid)

आपने अम्ल, क्षारक एवं लवण अध्याय में अम्लों के बारे में पढ़ा है। प्रकृति में कई तरह के कार्बनिक अम्ल बिखरे पड़े हैं जैसे–ऐसीटिक अम्ल, सिट्रिक अम्ल और लैक्टिक अम्ल आदि। इन सभी अम्लों में –COOH क्रियात्मक समूह होता है जिसे कार्बोक्सिलिक समूह कहते हैं। आइए, –COOH की इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना को देखें–

जब कार्बोक्सिलिक समूह –H मूलक से जुड़ता है तो HCOOH बनता है जिसे फार्मिक अम्ल के नाम से जाना जाता है। यदि –H के बदले –R (ऐल्किल मूलक) जुड़ता है तो RCOOH बनता है तथा इसे आईयूपीएसी (IUPAC) पद्धति में ऐल्केनॉइक अम्ल कहते हैं अर्थात् ऐल्केन (alkane) के e को हटाकर oic acid या ओइक अम्ल जोड़ा जाता है। सारणी–4 में कुछ उदाहरण दिए गए हैं उनके आधार पर उन स्थानों को पूरा कीजिए जहाँ प्रश्नवाचक चिह्न लगा है।



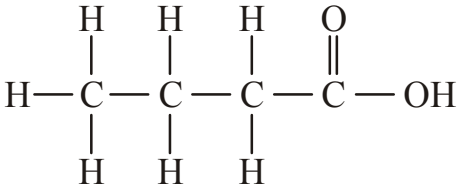
–COOH की इलेक्ट्रॉन बिन्दु संरचना

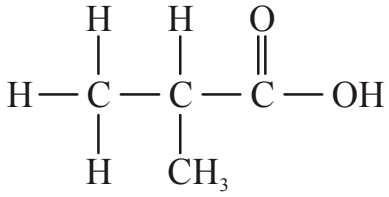
सारणी–4

जनक हाइड्रोकार्बन	**IUPAC नाम**	सूत्र
Methan***e*** मेथैन	Methan***oic acid*** मेथैनॉइक अम्ल	HCOOH
Ethane एथेन	?	CH_3COOH
Propane प्रोपेन	?	?
?	Butanoic acid ब्यूटेनॉइक अम्ल	?

आप ऐल्कोहॉल में समावयता के बारे में जानते हैं। क्या ऐल्केनॉइक अम्ल के भी कई संरचनात्मक रूप हो सकते हैं? क्या इनके नाम भी अलग–अलग होते हैं? आइए, कुछ उदाहरणों से इसे समझें–

क





ख

ऐल्कोहॉल के नामकरण के समान ऐल्केनॉइक अम्ल में भी –COOH क्रियात्मक समूह युक्त लंबी कार्बन शृंखला का चयन किया जाता है। शृंखला के अंकन में –COOH समूह के कार्बन को सदैव 1 अंक देते हैं। इस तरह 'क' संरचना वाले ऐल्केनॉइक अम्ल का नाम ब्यूटेनॉइक अम्ल तथा 'ख' का नाम 2–मेथिलप्रोपेनॉइक अम्ल है।

उपरोक्त संरचना 'क' एवं 'ख' को देखने पर पता चलता है कि दोनों का अणुसूत्र $C_4H_8O_2$ है परन्तु दोनों में संरचनागत अंतर है। इसलिए 'क' एवं 'ख' एक दूसरे के समावयवी कहलाते हैं। 'क' एवं 'ख' को ध्यान से देखकर बताइए कि दोनों एक–दूसरे के स्थिति समावयवी हैं या शृंखला समावयवी?

प्रश्न

1. $C_6H_{12}O_2$ के संभावित समावयवियों की संरचना लिखिए।
2. फार्मिक अम्ल का IUPAC नाम क्या होगा?

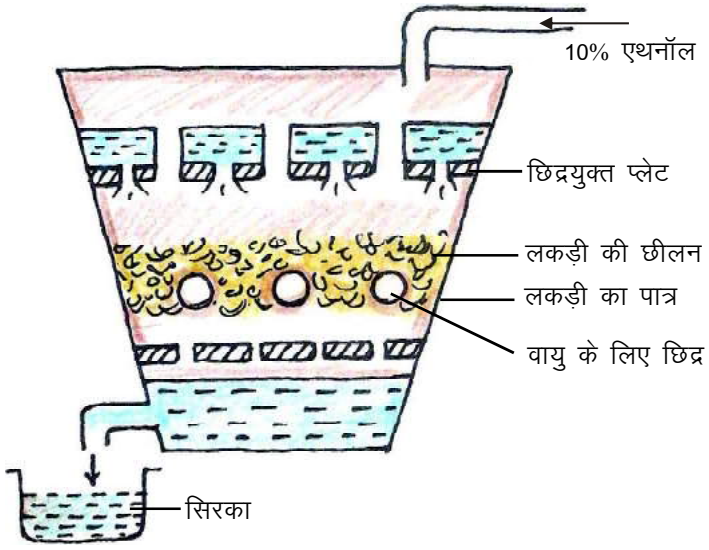
16.2.2 एथेनॉइक अम्ल का औद्योगिक निर्माण–शीघ्र सिरका विधि (Quick vinegar method)

एथेनॉइक अम्ल का औद्योगिक उत्पादन ऐल्कोहॉल से किण्वन विधि द्वारा किया जाता है। इसके लिए एक ऐसे बर्तन का उपयोग किया जाता है जिसमें नीचे से वायु प्रवाह के लिए छिद्र बने रहते हैं (चित्र–3)। बर्तन में लकड़ी की छीलन भरकर अमोनियम सल्फेट मिलाया जाता है। अमोनियम सल्फेट जीवाणुओं की वृद्धि में सहायक

होता है। फिर इसमें 10 % एथनॉल ऊपर से धीरे–धीरे डाला जाता हैं। किण्वन प्रक्रिया के फलस्वरूप पात्र के सबसे निचले हिस्से में एथेनॉइक अम्ल प्राप्त होता है। इस विधि द्वारा प्राप्त एथेनॉइक अम्ल सिरका कहलाता है। इसमें एथेनॉइक अम्ल की सांद्रता 3–4 प्रतिशत होती है।

शुद्ध एथेनॉइक अम्ल जिसमें जल न हो ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल कहलाता है। इसका क्वथनांक 118°C होता है।

कार्बोक्सिलिक अम्ल बना है या नहीं, इसकी जाँच प्राप्त उत्पाद में सोडियम कार्बोनेट मिलाकर की जाती है। कार्बोक्सिलिक अम्ल बनने पर तीव्र बुदबुदाहट के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है।



चित्र–3 : एथेनॉइक अम्ल निर्माण की शीघ्र सिरका विधि

16.2.3 ऐल्केनॉइक अम्लों के गुणधर्म (Properties of alkanoic acid)

ऐल्केनॉइक अम्लों की प्रकृति अम्लीय होती है तथा अधिकतर अम्ल जल में विलेय होते हैं। उच्च अणुभार वाले ऐल्केनॉइक अम्ल (वसीय अम्ल) जल में अविलेय होते हैं, जैसे–स्टिऐरिक अम्ल। अम्लीय स्वभाव के कारण ये नीले लिटमस को लाल करते हैं। आइए, ऐल्केनॉइक अम्लों के कुछ रासायनिक गुणधर्मों का अध्ययन करें–

1. **लवण का बनना–** चूंकि ऐल्केनॉइक अम्ल, अम्लीय स्वभाव के होते हैं इसलिए यह क्षार के साथ क्रिया करके लवण तथा पानी बनाते हैं। एथेनॉइक अम्ल (ऐसीटिक अम्ल), कास्टिक सोडा से क्रिया करके सोडियम ऐसीटेट लवण बनाता है।

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow \underset{\textit{सोडियम ऐसीटेट}}{CH_3COONa} + H_2O$$

इसी तरह मेथैनॉइक अम्ल, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड के साथ क्रिया करके कैल्सियम फार्मेट बनाता है।

$$2HCOOH + Ca(OH)_2 \longrightarrow \underset{\textit{कैल्सियम फार्मेट}}{(HCOO)_2Ca} + 2H_2O$$

यदि ऐसीटिक अम्ल मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड से अभिक्रिया करे तो बनने वाला उत्पाद क्या होगा? इस रासायनिक अभिक्रिया का संतुलित समीकरण लिखिए।

ऐसीटिक अम्ल, सोडियम कार्बोनेट और सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के साथ क्रिया करके भी लवण बनाते हैं तथा कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनती है।

$$CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

उपरोक्त दोनों समीकरण को संतुलित करते हुए क्या आप कोई क्रियाकलाप बता सकते हैं जिसके द्वारा निकलने वाली CO_2 गैस की जाँच की जा सके।

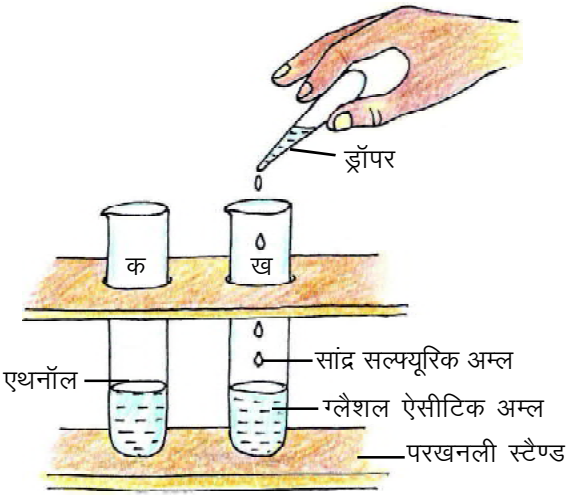
2. **ऐल्कोहॉल के साथ अभिक्रिया**–जब ऐल्केनॉइक अम्ल सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में ऐल्कोहॉल के साथ गर्म करने पर क्रिया करता है तो विशिष्ट भीनी गंध वाला एस्टर बनता है और इस रासायनिक क्रिया को एस्टरीकरण (esterification) कहते हैं।

$$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \xrightarrow{\text{सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल}} CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$

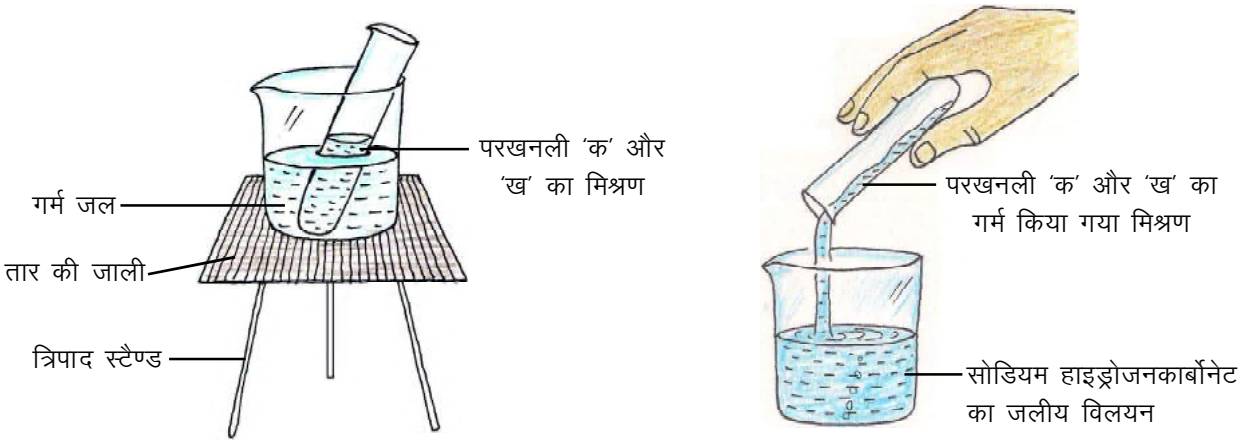
एथेनॉइक अम्ल *एथनॉल* *एस्टर*

क्रियाकलाप–3

- एक बीकर में 150 mL पानी लीजिए तथा 60°C तक गर्म कीजिए।
- अब दो परखनली लेकर उन्हें क्रमशः 'क' और 'ख' नामांकित कीजिए।
- परखनली 'क' में 5 mL एथनॉल लीजिए।
- परखनली 'ख' में 5 mL ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल लें और उसमें 4–5 बूँदें सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल की डालिए।
- अब परखनली 'क' के विलयन को परखनली 'ख' के विलयन में मिला दीजिए।
- इस मिश्रण को 5 मिनट तक गर्म जल में रखिए। अभिक्रिया मिश्रण गर्म हो जाएगा। इस अभिक्रिया मिश्रण को थोड़ी–थोड़ी देर बाद हिलाइए।



- इस मिश्रण को सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के जलीय विलयन में उड़ेल दीजिए। ऐसा करने से मिश्रण में बिना अभिक्रिया किया हुआ एथेनॉइक अम्ल $NaHCO_3$ से अभिक्रिया करेगा। क्या आपको बुदबुदाहट दिखाई दी? (चित्र–4)



चित्र–4 : एस्टरीकरण

- होने वाली प्रक्रिया का अवलोकन कर नोट कीजिए, क्या कोई विशिष्ट गंध (फलों के समान मीठी) आती है? यह गंध किस पदार्थ की हो सकती है?

3. **धातु के साथ अभिक्रिया –** ऐल्केनॉइक अम्ल अन्य अम्लों की तरह सोडियम जैसी धातुओं के साथ अभिक्रिया करके हाइड्रोजन गैस मुक्त करते हैं–

$$CH_3COOH + Na \longrightarrow CH_3COONa + H_2\uparrow$$

उपरोक्त अभिक्रिया को संतुलित कीजिए, आप यह जाँच कैसे करेंगे कि इस अभिक्रिया में हाइड्रोजन गैस निकलती है।

16.2.4 ऐल्केनॉइक अम्ल के उपयोग (Uses of alkanoic acid)

1. ऐसीटिक अम्ल का तनु विलयन सिरका कहलाता है यह अचार, चटनी में परिरक्षक का काम करता है।
2. ऐल्केनॉइक अम्ल से एस्टर बनते हैं जिसका उपयोग परफ्यूम, बहुलक आदि बनाने में किया जाता है।
3. सिट्रिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल और लैक्टिक अम्ल भी हाइड्रॉक्सी अम्ल हैं (इनमें –OH और –COOH दोनों क्रियात्मक समूह होते हैं)। इनका उपयोग खाद्य परिरक्षक के रूप में किया जाता है।

प्रश्न

1. क्या होगा जब एथनॉल, एथेनॉइक अम्ल के साथ क्रिया करता है? इस क्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।
2. फार्मिक अम्ल से मैग्नीशियम फार्मेट कैसे बनाएँगे? संतुलित रासायनिक समीकरण द्वारा इस रासायनिक अभिक्रिया को प्रदर्शित कीजिए।

XLPLM7

16.3 बहुलक (Polymer)

हमने पिछली कक्षा में देखा कि कार्बन के यौगिकों में कार्बन परमाणुओं की शृंखला होती है। ये आपस में जुड़ कर बहुत लंबी (दो कार्बन से हजार कार्बन तक) शृंखला वाले यौगिक बनाते हैं। कम अणुभार वाले कार्बनिक अणु आपस में मिलकर उच्च अणुभार वाले कार्बनिक अणु बनाते हैं, इस प्रक्रिया को बहुलीकरण कहते हैं। कम अणुभार वाले अणु को एकलक (monomer) तथा उनसे बने अधिक अणुभार वाले अणु को बहुलक (polymer) कहते हैं। इस प्रकार एक बहुलक में बहुत सारे एकलक होते हैं जिनकी संख्या को n द्वारा प्रदर्शित किया जाता हैं। प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, टेरीलीन, पॉलिथीन आदि बहुलक के उदाहरण हैं।

16.3.1 प्राकृतिक एवं संश्लेषित बहुलक (Natural and synthetic polymer)

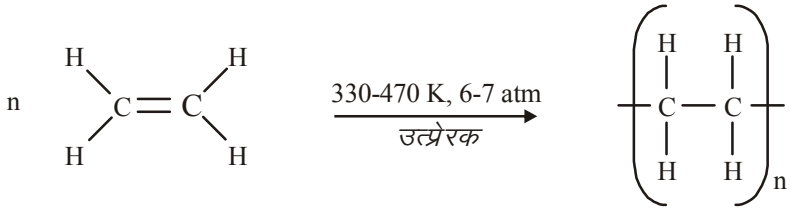
कुछ बहुलक जैसे–रेशम, ऊन आदि जो हमें जन्तुओं से प्राप्त होते हैं और स्टार्च, सेलुलोस जैसे बहुलक जो पौधों से प्राप्त होते हैं प्राकृतिक बहुलक (natural polymer) कहलाते हैं।

वहीं दूसरी तरफ ऐसे बहुलक जो मनुष्य द्वारा बनाए जाते हैं, संश्लेषित बहुलक (synthetic polymer) कहलाते हैं। बहुलक ने हमारे दैनिक जीवन को बहुत आसान बना दिया है और हम इनका उपयोग बहुतायत में करते हैं। आइए, ऐसे ही कुछ बहुलकों के बारे में जानें।

16.3.2 पॉलिथीन (Polythene)

पॉलिथीन, एथीन नामक एकलक की लंबी शृंखला से बना होता है इसे मुख्यतः दो प्रकार से बनाया जाता है और दोनों विधियों से प्राप्त पॉलिथीन का स्वभाव या प्रकृति अलग–अलग होती है।

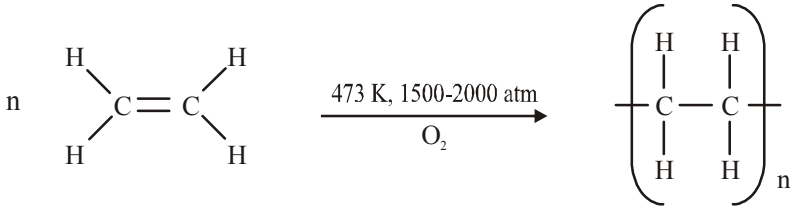
16.3.2.1 कम घनत्व वाला पॉलिथीन या LDPE (Low density polythene): यदि एथीन (एथिलीन) के बहुत सारे अणुओं को 6–7 atm और 330–470 K पर उत्प्रेरक की उपस्थिति में गरम किया जाए तो हमें ऐसा पॉलिथीन मिलता है जिसका घनत्व कम और गलनांक उच्च होता है।



एथीन *कम घनत्व वाला पॉलिथीन*

यह अल्पपारदर्शी और कठोर होता है जिसके कारण इसका उपयोग बालटी और पाइप बनाने में होता है। यह अधिकतर रसायनों के प्रति निष्क्रिय होता है।

16.3.2.2 उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन या HDPE (High density polythene): एथीन के बहुत सारे अणुओं को जब ऑक्सीजन की अल्प मात्रा के साथ 473 K पर 1500–2000 वायुमंडलीय दाब पर गर्म किया जाता है तो हमें पारदर्शी पॉलिथीन मिलता है जिसे उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन या HDPE कहते हैं।



एथीन *उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन*

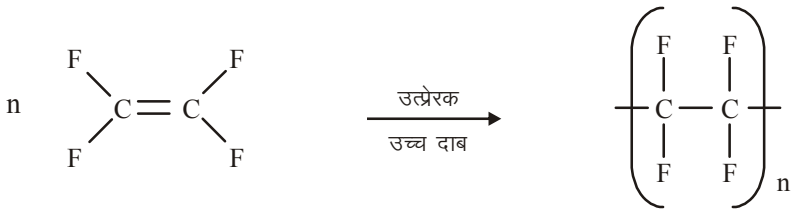
चूंकि इस तरह के पॉलिथीन का घनत्व ज्यादा और गलनांक कम होता है, इसलिए ऐसे पॉलिथीन का उपयोग बोतल और पन्नियाँ बनाने में किया जाता है।

16.3.3 टेफ्लॉन (Teflon)

क्या आपने ऐसे बर्तनों के बारे में सुना है, जिसमें खाना पकाने पर खाना चिपकता नहीं है, आखिर इन बर्तनों पर किस पदार्थ की परत चढ़ाई जाती होगी? वास्तव में यह पदार्थ एक बहुलक टेफ्लॉन होता है, जिसका उपयोग विद्युतरोधी उपकरण बनाने में भी किया जाता है। टेफ्लॉन का उपयोग ऐसे पाइप या नली बनाने में किया जाता है जो संक्षारक पदार्थों (सांद्र अम्ल, सांद्र क्षार, अम्लराज) के सम्पर्क में आते हैं। आजकल टेफ्लॉन का उपयोग पैकिंग वाले गैस्केट (चित्र–5) बनाने में भी किया जाता है।

टेफ्लॉन, टेट्राफ्लुओरो एथिलीन से बना होता है जिसे उच्च दाब पर उत्प्रेरक की उपस्थिति में बनाया जाता है।

चित्र–5 : पैकिंग गैस्केट



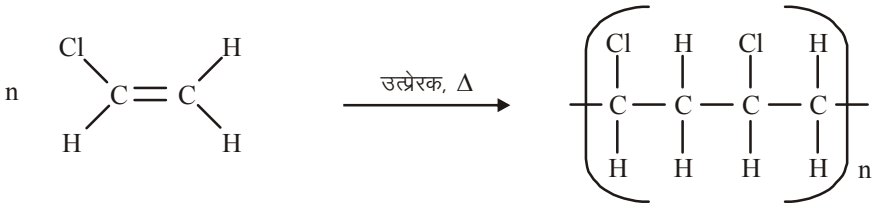
टेट्राफ्लुओरो एथिलीन *टेफ्लॉन*

ध्यान देने योग्य बात यह है कि 330^0C से कम तापमान पर टेफ्लॉन नहीं पिघलता है और किसी भी रसायन के प्रति यह निष्क्रिय होता है। अतः टेफ्लॉन की परत चढ़े बर्तनों में खाना पकाते समय धीमी आँच का उपयोग किया जाना चाहिए।

16.3.4 पॉलीविनाइल क्लोराइड (Polyvinyl chloride)

आपने कभी सोचा है कि रेनकोट (बरसाती), टेबल कवर, साइकिल या मोटर साइकिल में लगने वाला मडगार्ड, खिलौने, हाथ के दस्ताने और केबल तार या विद्युतीय सामान की कोटिंग में लगने वाले पदार्थों में क्या समानता है?

यदि इन सभी पदार्थों को देखें तो पता चलता है कि ये पदार्थ विद्युत के कुचालक होते हैं और पॉली विनाइल क्लोराइड (PVC) के बने होते हैं। पीवीसी बनाने के लिए विनाइल क्लोराइड को उत्प्रेरक की उपस्थिति में गर्म किया जाता है। यह भी ऊष्मा और रसायन के प्रति निष्क्रिय होता है।



विनाइल क्लोराइड *पॉलीविनाइल क्लोराइड*

16.3.5 पॉलिथीन का पर्यावरण पर प्रभाव

दैनिक जीवन में पहले हम पेड़ों से प्राप्त होने वाले उत्पादों का ज्यादा उपयोग करते थे फिर चाहे वह फर्नीचर हो, कागज की थैलियाँ हों या जूट आदि के वस्त्र हों। इन पदार्थो का आसानी से विघटन भी हो जाता था किंतु पेड़ों की कटाई से पर्यावरण असंतुलित होता था।

मनुष्य ने पेट्रोलियम से प्राप्त उत्पाद पॉलिथीन का यह सोचकर उपयोग करना शुरू किया कि इससे कम–से–कम पेड़ तो नहीं कटेंगे। हम जानते हैं कि पॉलिथीन पर अधिकतर रसायनों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता इस कारण पॉलिथीन का विघटन नहीं हो पाता है जिससे यह तेजी से पर्यावरण प्रदूषण का कारण बनता जा रहा है।

पॉलिथीन विघटित न होने के कारण न केवल मानव जीवन बल्कि संपूर्ण पारिस्थितिक तंत्र को प्रभावित करता है। यदि इसे जलाकर नष्ट किया जाए तो CO_2 और CO जैसी गैसें उत्पन्न होती हैं। चित्र–6 से स्पष्ट है कि पॉलिथीन के लगातार उपयोग से पानी, हवा, मिट्टी जैसे प्राकृतिक कारक प्रदूषित हो रहे हैं। पॉलिथीन खाकर जानवर बीमार पड़ रहे हैं और उनकी मृत्यु भी हो रही है क्योंकि उनमें इसे पचाने की क्षमता नहीं होती। इस तरह से अजैविक कारकों के साथ–साथ जैविक कारकों पर भी पॉलिथीन का दुष्प्रभाव पड़ता है। मनुष्य भी इसके प्रभाव से अछूता नहीं है।

चित्र–6 : पॉलिथीन का पर्यावरण पर प्रभाव

अब ऐसी स्थिति में हमारा प्राथमिक कर्तव्य है कि पॉलिथीन के उपयोग को न्यून या समाप्त करें। इस दिशा में कई सार्थक कदम उठाए भी गए हैं। शोध से यह भी पता चला है कि कुछ सूक्ष्म जीव, पॉलिथीन के विघटक होते हैं, पर अभी इस संबंध में और शोध किए जाने आवश्यक हैं। पॉलिथीन को पिघलाकर सड़क बनाने के कार्य भी प्रस्तावित हैं। पॉलिथीन के पुनःचक्रण (recycling) को लेकर भी काम हो रहे हैं।

प्रश्न

1. बहुलीकरण किसे कहते हैं?
2. निम्नलिखित पदार्थ किस बहुलक से बनते हैं– (क) मडगार्ड (ख) पन्नी (ग) केबल तार की कोटिंग (घ) बालटी
3. पॉलिथीन को जलाकर नष्ट क्यों नहीं करना चाहिए?

मुख्य शब्द (Keywords)

क्रियात्मक समूह, एल्कोहॉल, मेथैनॉल, एथनॉल, किण्वन, एंजाइम, परिशुद्ध एल्कोहॉल, परिशोधित स्पिरिट, मिथाइलेटेड स्पिरिट, कार्बोक्सिलिक अम्ल, एथेनॉइक अम्ल, ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल, एकलक, बहुलक, बहुलीकरण, प्रतिशीतलक, एस्टर, एस्टरीकरण, पीवीसी, कम घनत्व वाला पॉलिथीन, उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन, टेफ्लॉन

हमने सीखा

- एल्कोहॉल और ऐल्केनॉइक अम्ल को क्रमशः सूत्र ROH और RCOOH द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।
- परमाणु अथवा परमाणुओं का समूह जो किसी मूलक के साथ जुड़कर उसे विशिष्ट गुण प्रदान करता है क्रियात्मक समूह कहलाता है।
- ऐल्किल मूलक को R द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

- ऐल्कोहॉल में क्रियात्मक समूह –OH है तथा ऐल्केनॉइक अम्ल में क्रियात्मक समूह –COOH है।
- ऐल्कोहॉल का औद्योगिक उत्पादन शीरे से किण्वन विधि द्वारा किया जाता है।
- शुद्ध ऐल्कोहॉल जिसमें जल नहीं होता परिशुद्ध ऐल्कोहॉल कहलाता है।
- जब एथनॉल में 5 प्रतिशत जल मिला होता है तो इसे परिशोधित स्पिरिट कहते हैं।
- एथनॉल का दुरुपयोग न हो इसलिए इसमें विषैला पदार्थ मेथैनॉल (10%–15%) मिला दिया जाता है। इस तरह के मिश्रण को मिथाइलेटेड स्पिरिट कहते हैं।
- एथेनॉइक अम्ल का औद्योगिक उत्पादन ऐल्कोहॉल से किण्वन विधि द्वारा किया जाता है।
- एथेनॉइक अम्ल का 3–4 प्रतिशत विलयन सिरका कहलाता है।
- शुद्ध एथेनॉइक अम्ल ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल कहलाता है।
- एकलक जिनके अणुभार कम होते हैं आपस में मिलकर उच्च अणुभार वाले बहुलक बनाते हैं। इस प्रक्रिया को बहुलीकरण कहते हैं।
- रेशम, ऊन जैसे बहुलक जो हमें जन्तुओं से प्राप्त होते हैं और स्टार्च, सेलुलोस जैसे बहुलक जो हमें पौधों से प्राप्त होते हैं, प्राकृतिक बहुलक कहलाते हैं। ऐसे बहुलक जो मनुष्य द्वारा बनाए जाते हैं, संश्लेषित बहुलक कहलाते हैं।
- पॉलिथीन का एकलक एथीन होता है। विनाइल क्लोराइड से बनने वाला बहुलक पॉलीविनाइल क्लोराइड (PVC) कहलाता है। टेफ्लॉन का एकलक टेट्राफ्लुओरो एथीन होता है।

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) एथनॉल में जब 5 प्रतिशत जल मिला होता है तो ऐसे एथनॉल को कहते हैं–

(अ) परिशोधित स्पिरिट (ब) मिथाइलेटेड स्पिरिट

(स) मेथैनॉल (द) परिशुद्ध एथनॉल

(ii) पैकिंग गैस्केट किससे बनता है?

(अ) कम घनत्व वाला पॉलिथीन (ब) उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन

(स) टेफ्लॉन (द) पॉलीविनाइल क्लोराइड

(iii) यदि एथेनॉइक अम्ल में सोडियम कार्बोनेट डाला जाए तो तीव्र बुदबुदाहट के साथ गैस निकलती है, यह गैस है–

(अ) CO (ब) CO_2

(स) O_2 (द) जल वाष्प

(iv) ऐसीटिक अम्ल का IUPAC नाम है–

(अ) एथेनॉइक अम्ल (ब) एथनॉल

(स) मेथैनॉल (द) मेथैनॉइक अम्ल

2. क्या होता है जब–

(i) एथनॉल सोडियम से क्रिया करता है।

(ii) एथेनॉइक अम्ल सोडियम से क्रिया करता है।

3. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को पूर्ण कर संतुलित कीजिए–

(i) $C_2H_5COOH + ? \longrightarrow (C_2H_5COO)_2Mg + H_2$

(ii) $CH_3OH + CH_3COOH \longrightarrow ? + H_2O$

(iii) $CH_3COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow ? + ? + CO_2$

4. एथनॉल का उपयोग थर्मामीटर में क्यों करते हैं?

5. एथनॉल से एथीन कैसे प्राप्त करेंगे?

6. $C_5H_{10}O_2$ के संभावित समावयवियों की संरचनाएँ लिखिए।

7. एथनॉल का औद्योगिक उत्पादन कैसे किया जाता है?

8. सिरका किसे कहते हैं? इसका उत्पादन कैसे किया जाता है?

9. PVC की संघनित संरचना क्या होगी? इसके कोई चार उपयोग लिखिए।

10. नादिरा एथनॉल और एथेनॉइक अम्ल के रासायनिक गुणों का अध्ययन कर रही थी। जिसके लिए उसने एथेनॉइक अम्ल और सांद्र सल्यूरिक अम्ल को एक परखनली में लिया और इस मिश्रण को गर्म किया इसका वह अवलोकन कर ही रही थी कि मीना ने आकर उसमें एथनॉल डाल दिया। इस मिश्रण को जब पानी में डाला गया तब मिश्रण से विशिष्ट गंध आयी। अब आप बताइए कौन–सी अभिक्रिया हुई तथा उस अभिक्रिया का संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

11. अब्राहम के पास दो विलयन एथनॉल और एथेनॉइक अम्ल थे। उसने दोनों विलयन में सोडियम का टुकड़ा डाला और देखा कि एक गैस निकल रही है जिसके पास माचिस की जलती तीली ले जाने पर पॉप की आवाज आती है। इन क्रियाओं को रासायनिक समीकरण द्वारा दर्शाइए।

12. जसप्रीत के पास एथनॉल और एथेनॉइक अम्ल दो बीकर में रखे थे किंतु वह बीकरों पर यौगिकों का नाम लिखना भूल गयी। अब जसप्रीत कौन–सा प्रयोग करे कि पहचान सके कि किस बीकर में कौन–सा पदार्थ है?

13. बहुलक किसे कहते हैं? एथीन के बहुलीकरण को समझाइए।

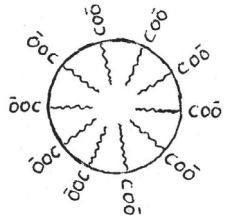
14. कम घनत्व वाला पॉलिथीन और उच्च घनत्व वाला पॉलिथीन में क्या अंतर है? गुणों के आधार पर इनके उपयोग लिखिए।

15. एक कार्बनिक यौगिक A जिसका अणुभार 46 u है, को ऑक्सीकृत करने पर कार्बनिक अम्ल B प्राप्त हुआ। यौगिक A का उपयोग निर्जर्मीकारक के रूप में किया जाता है। A और B की पहचान करते हुए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए।

अध्याय–17

दैनिक जीवन में रसायन

(CHEMISTRY IN DAILY LIFE)



दैनिक जीवन में हम बहुत से रासायनिक यौगिकों का उपयोग करते हैं जैसे–नमक, शक्कर, पानी, साबुन आदि। जहाँ एक ओर जल के बिना जीवन संभव नहीं है, वहीं दूसरी ओर नमक तथा शक्कर के बिना भोजन के स्वाद की कल्पना नहीं की जा सकती। कुछ महत्वपूर्ण अकार्बनिक रसायन हैं– खाने का सोडा, बेकिंग पाउडर आदि जिनका उपयोग हम बेकरी उद्योग तथा अन्य खाद्य सामग्रियों में करते हैं। विरंजक चूर्ण द्वारा रोगाणु रहित जल प्राप्त करते हैं। सीमेंट, काँच, प्लास्टर ऑफ पेरिस आदि भवन निर्माण में उपयोगी हैं। इस अध्याय में हम कुछ ऐसे ही महत्वपूर्ण रासायनिक पदार्थों के बारे में अध्ययन करेंगे।

17.1 जल (Water)

पृथ्वी के लगभग तीन–चौथाई भाग पर जल है जो समुद्र, नदी, झीलों में फैला हुआ है। पृथ्वी तल से नीचे कुछ गहराई तक जल पाया जाता है। यह सभी जीवधारियों (प्राणियों और पेड़–पौधों) के लिए उतना ही आवश्यक है जितनी की ऑक्सीजन। मनुष्य के शरीर में भी लगभग 70% जल है। पृथ्वी पर जल तीनों अवस्थाओं ठोस (बर्फ), द्रव (जल) और गैस (जल–वाष्प) के रूप में उपस्थित रहता है। प्रायः किसी पदार्थ का ठोस अवस्था में घनत्व, द्रव अवस्था की अपेक्षा अधिक होता है। लेकिन बर्फ का घनत्व 0.9 g/mL तथा जल का घनत्व 4°C पर 1 g/mL होता है।

बर्फ का घनत्व, जल की तुलना में कम होना जलीय जीवन के लिए वरदान है। पृथ्वी के शीत क्षेत्रों में नदी एवं झीलों की सतह पर जमी बर्फ के नीचे जल रहता है, बर्फ ऊष्मा की कुचालक होती है इस कारण नीचे का पानी धीरे–धीरे ठंडा होता है। वायु में नमी के रूप में प्रत्येक मौसम में जल विद्यमान रहता है। जल सर्वाधिक पदार्थों को घोल लेता है, इसलिये इसे सार्वत्रिक विलायक (universal solvent) कहा जाता है।

17.1.1 मृदु एवं कठोर जल (Soft and hard water)

जल में उपस्थित लवणों और साबुन के साथ झाग देने के आधार पर जल को मृदु अथवा कठोर कहा जाता है।

मृदु जल **(Soft water)** *:* साबुन के साथ जल्दी और अधिक झाग देने वाला जल मृदु जल कहलाता है। वर्षा का जल और आसुत जल आदि मृदु जल हैं।

कठोर जल **(Hard water)** : साबुन के साथ देर से तथा बहुत कम झाग देने वाला जल कठोर जल कहलाता है। साबुन ऐसे जल के साथ फटकर थक्का या अवक्षेप देता है।

17.1.2 जल की कठोरता का कारण (Reasons of hardness of water)

जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट, सल्फेट और क्लोराइड में से किसी भी लवण के उपस्थित होने पर जल कठोर हो जाता है। ऐसा जल जिसमें सोडियम के लवण घुले हों मृदु होता है। साबुन, उच्च वसीय अम्लों (fatty acids) का सोडियम लवण होता है जैसे–सोडियम स्टिऐरेट ($C_{17}H_{35}COONa$)। यह कैल्सियम और मैग्नीशियम लवणों के साथ अभिक्रिया कर अवक्षेप बनाता है जिसे दिए गए समीकरण द्वारा व्यक्त करते हैं।

$$2C_{17}H_{35}COONa + M^{2+} \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2M\downarrow + 2Na^+(aq)$$

अवक्षेप

यहाँ M^{2+}, Ca^{2+} या Mg^{2+} को दर्शाता है।

जब तक जल से लवण पूरी तरह अवक्षेपित नहीं हो जाते, तब तक साबुन के साथ झाग नहीं बनती और इस प्रक्रिया में बहुत सारा साबुन व्यर्थ चला जाता है। यह अवक्षेप कपड़ों के साथ चिपक जाता है और इस कारण कपड़े मलिन (dull) हो जाते हैं।

17.1.3 कठोरता के प्रकार (Types of hardness)

1. **अस्थायी कठोरता** (Temporary hardness)– अस्थायी कठोरता कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट के जल में घुले होने के कारण होती है। उबालने पर कैल्सियम और मैग्नीशियम के विलेय हाइड्रोजनकार्बोनेट, अविलेय कार्बोनेट में बदल कर अवक्षेपित हो जाते हैं। आपने अपने घरों में पानी गर्म करने वाले बर्तन में सफेद रंग की पपड़ी जमी देखी होगी यह अविलेय कार्बोनेट की होती है।

$$Ca(HCO_3)_2(aq) \xrightarrow{\text{उबालना}} CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$$

यदि जल की कठोरता मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट ($Mg(HCO_3)_2$) के कारण हो तो जल को उबालने पर क्या होगा? क्या आप होने वाली अभिक्रिया को समीकरण के रूप में लिख सकते हैं?

अस्थायी कठोरता को चूने के पानी की निश्चित मात्रा मिला कर भी दूर किया जा सकता है।

$$Ca(HCO_3)_2(aq) + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O(l)$$

2. **स्थायी कठोरता** (Permanent hardness)– स्थायी कठोरता कैल्सियम और मैग्नीशियम के क्लोराइड और सल्फेट लवणों के जल में घुले होने के कारण होती है जिसे उबालने या चूने के पानी के द्वारा दूर नहीं किया जा सकता।

कठोर जल के मृदुकरण की आधुनिक विधियाँ

कठोर जल, जिसमें अधिक मात्रा में लवण पाए जाते हैं का मृदुकरण आमतौर पर दो विधियों द्वारा किया जाता है जिनमें से एक विधि विपरीत परासरण (reverse osmosis/ RO) है। आप जानते हैं कि जब दो विलयनों के बीच एक अर्धपारगम्य झिल्ली लगा दी जाती है तब तनु विलयन से विलायक के अणु इस अर्धपारगम्य झिल्ली से सान्द्र विलयन की ओर प्रवाहित होते हैं, यह प्रक्रिया परासरण कहलाती है। लेकिन विपरीत परासरण में उच्च दाब का उपयोग कर सांद्र विलयन (कठोर जल) से पानी के अणुओं को अर्धपारगम्य झिल्ली से पार कराया जाता है। जिससे झिल्ली के दूसरी ओर हमें शुद्ध जल प्राप्त हो सके। इस प्रकार अर्धपारगम्य झिल्ली का उपयोग कर कठोर जल से लवण के अणुओं को पृथक किया जाता है। हालांकि इस विधि में अधिक मात्रा में पानी व्यर्थ हो जाता है।

दूसरी विधि में कठोर जल को आयन विनिमय रेजिन का उपयोग कर मृदु किया जाता है। इस प्रक्रिया में सोडियम आयन युक्त रेजिन (रंध्रयुक्त पदार्थ) के उपयोग द्वारा कठोर जल को छाना जाता है। जब कठोर जल रेजिन से गुजरता है तो जल में उपस्थित Ca^{2+} और Mg^{2+} आयनों का विनिमय रेजिन के Na^+ आयनों के साथ हो जाता है। अतः प्राप्त जल Ca^{2+} और Mg^{2+} आयनों से रहित होकर मृदु जल हो जाता है। इस प्रक्रिया में Na^+ आयन की मात्रा कम होने पर समय–समय पर रेजिन को बदलने की आवश्यकता पड़ती है।

17.1.4 पीने योग्य जल (Potable water)

पीने का जल स्वच्छ, रंगहीन, गंधहीन और रोगाणुरहित होना चाहिए। इसमें शरीर के लिए आवश्यक विलेय लवणों की मात्रा उपयुक्त होनी चाहिए। उपलब्ध जल को पीने योग्य बनाने के लिए जल शुद्धिकरण संयंत्रों में आवश्यकतानुसार फिटकरी, विरंजक चूर्ण, लाल दवा (पोटैशियम परमेंगनेट), क्लोरीन मिलाकर या पराबैंगनी किरणों आदि से शोधन किया जाता है।

प्रायोगिक कार्यों में, गाड़ियों की बैटरी एवं मेडिकल क्षेत्रों में आसुत जल (distilled water) का प्रयोग किया जाता है, जिसे आसवन द्वारा प्राप्त किया जाता है।

अपने विद्यालय की प्रयोगशाला के लिए सौर ऊर्जा का उपयोग कर आसुत जल बनाइए।

17.1.5 उपयोग (Uses)

1. जल का उपयोग विलायक के रूप में किया जाता है।
2. कृषि में जल अति आवश्यक है।
3. जल का उपयोग बहुत से उद्योगों में किया जाता है मुख्यतः वस्त्र उद्योग, पेपर उद्योग, खनन आदि में।
4. कपड़े धोने एवं साफ–सफाई के लिए जल का उपयोग किया जाता है।
5. पानी की विशिष्ट ऊष्मा अधिक होने के कारण इसका उपयोग भाप इंजन बॉयलर, कूलर आदि में होता है।

17.1.6 जल–प्रदूषण (Water pollution)

जल के उपरोक्त उपयोगों (उद्योग धंधों और साफ–सफाई) के कारण उसमें कुछ अवांछित पदार्थ मिल जाते हैं। साथ ही ऑक्सीजन की कमी हो जाने के कारण भी जल के गुणों में परिवर्तन हो जाता है, तब ऐसा जल प्रदूषित जल कहलाता है जिससे जल उपयोग के लिए अनुपयुक्त हो जाता है।

जल प्रदूषण के अन्य कारणों से भी आप परिचित हैं, आपके क्षेत्र में जल को प्रदूषित करने वाले कारकों की सूची बनाइए। जल प्रदूषण की रोकथाम एवं नियंत्रण का उत्तरदायित्व भी हमारा है। जल को प्रदूषित होने से बचाने के लिए निम्नलिखित उपाय किए जा सकते हैं–

1. औद्योगिक अपशिष्ट युक्त जल का उपचार करने हेतु उद्योगों में जल शुद्धि संयंत्र लगाना अनिवार्य किया जाए।
2. घरेलू साफ–सफाई से निकलने वाला जल एवं मल–वाहित जल को उपचारित करके ही नदी–नालों में प्रवाहित किया जाए।
3. हानिकारक कीटनाशकों का नियंत्रित उपयोग किया जाए, इनके अधिक उपयोग पर प्रतिबंध लगाया जाए।
4. मानवीय क्रियाकलाप जैसे–नहाना, कपड़े धोना, पूजा सामग्री का विसर्जन, शवों का नदी में बहाना, मृत व्यक्तियों की राख–अस्थि का विजर्सन आदि भी जल को प्रदूषित करते हैं। अतः इन क्रियाकलापों पर नियंत्रण लगाया जाना चाहिए।

17.2 साधारण नमक (Common salt)

समुद्र के खारे पानी में 30–35 g लवण प्रति लीटर होता है। इसमें मुख्यतः सोडियम क्लोराइड होता है, जिसे साधारण नमक के नाम से जाना जाता है।

17.2.1 नमक का निर्माण (Manufacture of salt)

समुद्र के किनारे समुद्र के जल को उथले गड्ढों में इकट्ठा करके वाष्पीकृत होने के लिए छोड़ दिया जाता है। जल के वाष्पीकृत होने पर कच्चा नमक बच जाता है जिसमें नमक के अलावा बहुत से और लवण भी रहते हैं तथा कुछ मात्रा में रेत भी पाई जाती है (चित्र–1)। इसको शुद्ध तथा क्रिस्टलीकृत कर उपयोग में लाया जाता है। समुद्री जल से नमक बनाने का काम मेहनत के साथ–साथ सतर्कता से किया जाने वाला कार्य है। नमक में पायी जाने वाली अशुद्धियों को दूर करने के साथ–साथ उसमें अन्य आवश्यक पदार्थों को मिलाया जाता है जैसे–नमक में आयोडीन। यह पोटैशियम आयोडेट के रूप में मिलाया जाता है। क्या आप बता सकते हैं कि नमक में आयोडीन क्यों मिलाते हैं?

चित्र–1 : समुद्र के जल से नमक का निर्माण

विश्व के कुछ भागों में नमक की खदानें पाई जाती हैं। अनुमान है कि यह खनिज नमक समुद्र के किसी हिस्से के सूख जाने से बना होगा।

नमक हमारे भोजन का एक आवश्यक घटक है, किन्तु क्या हम समुद्री जल का उपयोग भोजन बनाने के लिए कर सकते हैं?

जैविक प्रक्रियाओं में भी नमक का बहुत अधिक महत्व होता है। अतः हमारे भोजन में इसकी उचित मात्रा होनी चाहिए। शरीर में इसकी अधिक मात्रा, उच्च रक्त चाप (high blood pressure) तथा कम मात्रा, निम्न रक्त चाप (low blood pressure) का एक कारण है।

क्या आप जानते हैं कि पैकेट बंद नमकीन खाद्य पदार्थों जैसे–सेव व चिप्स में भी नमक बहुत अधिक होने के कारण ये स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होते हैं।

17.2.2 उपयोग (Uses)

1. खाद्य पदार्थों को खराब होने से बचाने के लिए नमक का उपयोग परिरक्षक के रूप में किया जाता है यह खाद्य पदार्थों में बैक्टीरिया की वृद्धि को रोकता है।
2. साधारण नमक हमारे दैनिक जीवन में उपयोग आने वाले कई पदार्थों जैसे–कॉस्टिक सोडा, बेकिंग सोडा, कपड़े धोने का सोडा, विरंजक चूर्ण आदि के निर्माण के लिए महत्वपूर्ण कच्चा पदार्थ है।
3. नमक और शक्कर के पानी में घुलने से बने पुनर्योजी विलयन (oral rehydration solution-ORS) का उपयोग शरीर में जल की मात्रा कम हो जाने पर प्राथमिक उपचार के लिए किया जाता है।

प्रश्न

1. पानी के दो नमूनों 'अ' और 'ब' में क्रमशः सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट और मैग्नीशियम सल्फेट पाया गया। बताइए कि कौन से नमूने का जल कठोर है और क्यों?
2. नमक के दो प्राकृतिक स्रोत लिखिए।

17.3 खाने का सोडा (Baking soda)

खाने के सोडा का उपयोग प्रायः रसोई घर में खाद्य पदार्थों को स्पंजी बनाने के लिए किया जाता है। कभी–कभी इसका उपयोग खाने को शीघ्रता से पकाने के लिए भी किया जाता है। इसका रासायनिक नाम सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट है, इसे सोडियम बाइकार्बोनेट भी कहते हैं।

इसे सोडियम क्लोराइड का उपयोग कर, साल्वे अमोनिया विधि (Solvay ammonia process) द्वारा बनाया जाता है–

$$NaCl + H_2O + CO_2 + NH_3 \longrightarrow \underset{\text{अमोनियम क्लोराइड}}{NH_4Cl} + \underset{\text{सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट}}{NaHCO_3}$$

पिछले अध्याय में आपने सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट के pH मान की जाँच की थी। क्या आप यह बता सकते हैं कि इसका उपयोग अम्लीय विलयन को उदासीन करने के लिए क्यों किया जाता है?

खाने के सोडे को गर्म करने पर यह अपघटित होकर सोडियम कार्बोनेट बनाता है और कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है।

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\text{गर्म}} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

17.3.1 उपयोग (Uses)

1. बेकिंग पाउडर बनाने में – बेकिंग पाउडर, खाने का सोडा एवं टार्टरिक अम्ल का मिश्रण है। जब बेकिंग पाउडर को जल में मिलाया जाता है, तब अभिक्रिया निम्नानुसार होती है–

$$NaHCO_3 + \underset{\text{(अम्ल से)}}{H^+} \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O + \text{अम्ल का सोडियम लवण}$$

इस अभिक्रिया में उत्पन्न कार्बन डाइऑक्साइड के कारण ब्रेड, खमण और केक फूल जाते हैं, जिससे वे मुलायम और स्पंजी हो जाते हैं।

2. सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का पेट की अम्लीयता (acidity) कम करने में प्रति अम्ल (antacid) के रूप में उपयोग होता है। क्षारीय होने के कारण यह पेट के अम्ल को उदासीन करता है।

3. इसका उपयोग सोडा–अम्ल अग्निशामक यंत्र में किया जाता है।

17.4 कपड़े धोने का सोडा (Washing soda)

इसे धावन सोडा भी कहते हैं, इसका रासायनिक सूत्र $Na_2CO_3.10H_2O$ है। आप देख चुके हैं कि बेकिंग सोडा को गर्म करके सोडियम कार्बोनेट प्राप्त किया जाता है। सोडियम कार्बोनेट के पुनः क्रिस्टलीकरण से धोने का सोडा प्राप्त होता है। यह भी एक क्षारकीय लवण है।

$$Na_2CO_3(s) + 10H_2O(l) \longrightarrow Na_2CO_3.10H_2O(s)$$

क्या आप बता सकते हैं कि 10 H_2O क्या दर्शाता है? क्या यह Na_2CO_3 को आर्द्र (गीला) बनाता है?

क्रिस्टलीय सोडियम कार्बोनेट के प्रत्येक अणु के साथ जल के 10 अणु होते हैं। इसका अर्थ यह नहीं है कि यह विलयन के रूप में होता है। यह सफेद रंग का क्रिस्टलीय पदार्थ होता है जिसमें जल के अणु मुक्त नहीं होते हैं। किसी भी लवण के सूत्र में जुड़े जल के निश्चित अणुओं की संख्या को क्रिस्टलन जल (water of crystallisation) कहते हैं। धावन सोडा के क्रिस्टल को वायु में खुला छोड़ने पर जल के नौ अणु निकल जाते

हैं और एक सफेद चूर्ण सोडियम कार्बोनेट मोनोहाइड्रेट में परिवर्तित हो जाता है, इस गुण को उत्फुल्लन (efflorescence) कहते हैं।

$$Na_2CO_3.10H_2O(s) \xrightarrow{\text{खुला रखने पर}} Na_2CO_3.H_2O(s) + 9H_2O$$

17.4.1 उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग घरों में साफ–सफाई के लिए किया जाता है।
2. सोडियम कार्बोनेट का उपयोग काँच, साबुन, वस्त्र और कागज उद्योगों में होता है।
3. जल की स्थायी कठोरता को दूर करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

प्रश्न

1. बेकिंग सोडा का रासायनिक सूत्र और दो महत्वपूर्ण उपयोग लिखिए।
2. उत्फुल्लन किसे कहते हैं?
3. बेकिंग पाउडर किन यौगिकों का मिश्रण है?

17.5 प्लास्टर ऑफ पेरिस (Plaster of Paris)

प्लास्टर ऑफ पेरिस रासायनिक रूप से कैल्सियम सल्फेट हेमीहाइड्रेट होता है। इसका रासायनिक सूत्र $CaSO_4.½H_2O$ या $(CaSO_4)_2.H_2O$ होता है।

इसे जिप्सम ($CaSO_4.2H_2O$) को 100°C पर गर्म कर बनाया जाता है।

$$\underset{\text{जिप्सम}}{CaSO_4.2H_2O} \xrightarrow{100°C} \underset{\text{प्लास्टर ऑफ पेरिस}}{CaSO_4.½H_2O} + 1½H_2O$$

प्लास्टर ऑफ पेरिस एक सफेद चूर्ण है, यह जल के साथ मिलाने पर पुनः जिप्सम में परिवर्तित हो जाता है, जो एक कठोर पदार्थ होता है।

$$CaSO_4.½\ H_2O + 1½\ H_2O \longrightarrow CaSO_4.2H_2O$$

17.5.1 उपयोग (Uses)

1. इसका उपयोग डॉक्टर टूटी हुई हड्डियों को सही स्थिति में स्थिर रखने के लिए करते हैं।
2. मूर्तियाँ और खिलौने बनाने में।
3. साँचे और मॉडल बनाने में।
4. चॉक बनाने में।

प्लास्टर ऑफ पेरिस से बनी मूर्तियों को नदी और तालाब में विसर्जित करने से जल स्रोत प्रदूषित हो जाते हैं। कक्षा में समूह बनाकर चर्चा करें कि ये किस प्रकार से नदी और तालाब को प्रदूषित करते हैं? आजकल इसी प्रदूषण को कम करने के लिए मिट्टी से बनी मूर्तियों के उपयोग को प्रोत्साहित किया जा रहा है।

17.6 विरंजक चूर्ण (Bleaching powder)

विरंजक चूर्ण का रासायनिक नाम कैल्सियम ऑक्सीक्लोराइड ($CaOCl_2$) है। इसे चूने का क्लोराइड भी कहते हैं। इसे शुष्क बुझे हुए चूने पर क्लोरीन गैस प्रवाहित करके बनाया जाता है।

$$Ca(OH)_2(s) + Cl_2(g) \longrightarrow CaOCl_2(s) + H_2O(g)$$

बुझा हुआ चूना *विरंजक चूर्ण*

यह पीलापन लिये हुए एक सफेद चूर्ण है, जिसमें क्लोरीन की तीक्ष्ण गंध होती है। वायु में खुला छोड़ने पर यह कार्बन डाइऑक्साइड के साथ अभिक्रिया कर क्लोरीन गैस मुक्त करता है।

$$CaOCl_2(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s) + Cl_2(g)$$

17.6.1 उपयोग (Uses)

1. वस्त्र उद्योग में सूती कपड़ों के विरंजन में। विरंजन की क्रिया उसमें से निकलने वाली क्लोरीन गैस के कारण होती है।
2. कागज उद्योग में काष्ठ लुगदी के विरंजन में।
3. पीने वाले जल को रोगाणु मुक्त करने में।

प्रश्न

1. प्लास्टर ऑफ पेरिस के किस गुण के कारण डॉक्टर इसका उपयोग हड्डियों को स्थिर रखने के लिए करते हैं?
2. उस पदार्थ का नाम बताइए, जो क्लोरीन से क्रिया करके विरंजक चूर्ण बनाता है।

17.7 सीमेंट (Cement)

सीमेंट भवन निर्माण के लिए अत्यन्त महत्वपूर्ण पदार्थ है। इसका शाब्दिक अर्थ होता है, जोड़ने या चिपकाने वाला। सीमेंट सबसे पहले जोसेफ आस्पडिन (Joseph Aspidin) ने बनाया। उन्होंने इसका नाम पोर्टलैण्ड सीमेंट रखा क्योंकि इसकी कठोरता पोर्टलैण्ड में पाए जाने वाले चूना पत्थरों जैसी थी।

सीमेंट रासायनिक यौगिक नहीं है, यह अनेक रासायनिक यौगिकों जैसे–कैल्सियम के सिलिकेटों तथा ऐलुमिनेटों का मिश्रण होता है। अतः इसका संघटन तथा रासायनिक सूत्र निश्चित नहीं होता और न ही इसके गुणधर्म निश्चित होते हैं उदाहरण–सीमेंट का गलनांक निश्चित नहीं होता है। सीमेंट का प्रतिशत संघटन इस प्रकार है–

सारणी–1 सीमेंट के अवयवों का प्रतिशत संघटन

पदार्थ	सूत्र	प्रतिशत संघटन
कैल्सियम ऑक्साइड	CaO	61-65%
सिलिका	SiO_2	20-25%
ऐलुमिना	Al_2O_3	5-10%
मैग्नीशिया	MgO	2-3%
आयरन ऑक्साइड	Fe_2O_3	1-2 %

जब इस मिश्रण का महीन पाउडर, जल के संपर्क में आता है, तब वह कठोर पदार्थ के रूप में जम जाता है।

17.7.1 सीमेंट का निर्माण (Manufacture of cement)

सीमेंट निर्माण के लिए कच्चे पदार्थ (raw material) के रूप में चूना पत्थर ($CaCO_3$), चिकनी मिट्टी (clay) तथा जिप्सम का उपयोग किया जाता है। चिकनी मिट्टी में ऐलुमिनियम, सिलिकन और आयरन के ऑक्साइड अधिक मात्रा में होते हैं, उसमें चूने का पत्थर ($CaCO_3$) मिलाकर सीमेंट बनाया जाता है। सीमेंट का निर्माण निम्नलिखित चरणों में किया जाता है–

(i) तीन भाग चूने का पत्थर और एक भाग चिकनी मिट्टी के मिश्रण को बारीक पीसकर एक ऐसी भट्टी में गर्म किया जाता है जिसका तापक्रम 1100-1800°C के बीच होता है (चित्र–2)।

(ii) 1100°C पर चूने के पत्थर का तापीय वियोजन होकर कैल्सियम ऑक्साइड बनता है।

$$CaCO_3 \xrightarrow{1100°C} CaO + CO_2$$

(iii) कैल्सियम ऑक्साइड, मिट्टी में उपस्थित अन्य ऑक्साइडों से क्रिया करता है।

$$2CaO + SiO_2 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 2CaO.SiO_2$$

डाइ कैल्सियम सिलिकेट

$$3CaO + SiO_2 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 3CaO.SiO_2$$

ट्राइ कैल्सियम सिलिकेट

$$3CaO + Al_2O_3 \xrightarrow{1400\text{-}1500°C} 3CaO.Al_2O_3$$

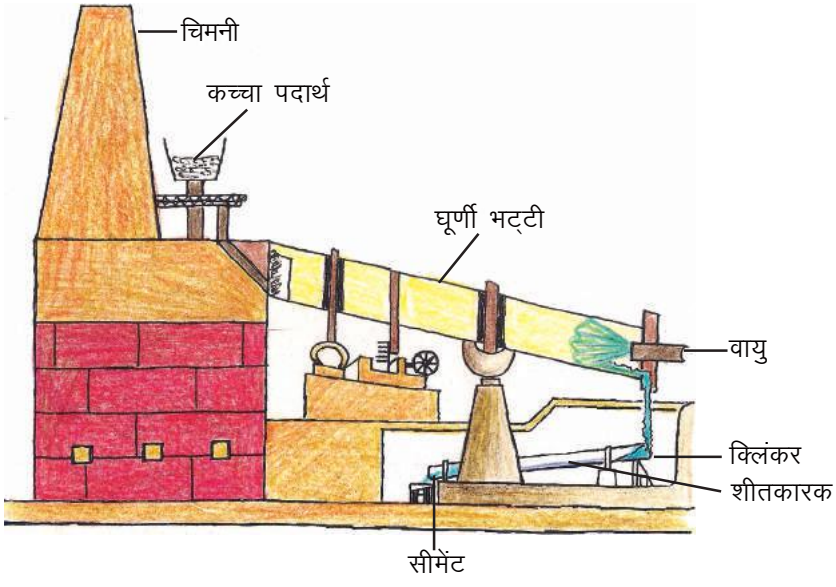
ट्राइ कैल्सियम ऐलुमिनेट

$$4CaO + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \xrightarrow{1500°C \text{ से ऊपर}} 4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$$

ट्रेटा कैल्सियम ऐलुमिनो फेराइट

(iv) भट्टी से प्राप्त सिलिकेट और ऐलुमिनेट का मिश्रण छोटे–छोटे कंकड़ों (गोली) के रूप में प्राप्त होता है, जिसे क्लिंकर (clinker) कहते हैं।

(v) क्लिंकर को ठंडा करके उसमें 2–3% जिप्सम ($CaSO_4.2H_2O$) मिलाया जाता है और मिश्रण को बारीक पीस लिया जाता है।



चित्र–2 : सीमेंट का निर्माण

17.7.2 सीमेंट का जमना (Setting of cement)

सीमेंट को रेत और पानी के साथ मिलाकर रखने से यह पत्थर के समान कठोर हो जाता है। सीमेंट के जमने की गति को धीमा करने के लिए जिप्सम मिलाया जाता है। सीमेंट की माँग दिन प्रतिदिन बढ़ती जा रही है और सीमेंट की लागत को कम करने के लिए आजकल उद्योग से प्राप्त अपशिष्ट राख जिसे फ्लाई ऐश (fly ash) कहते हैं से भी सीमेंट बनाया जाता है। कई देशों में धान के कोढ़े (भूसे) की राख का भी उपयोग सीमेंट निर्माण में होता है, क्योंकि इसमें सिलिका की मात्रा बहुत अधिक होती है।

चूना पत्थर + चिकनी मिट्टी

↓ उचित अनुपात में मिलाकर पीसकर

घूर्णी भट्टी

↓ गर्म करके

क्लिंकर

↓ ठंडा करने के बाद

2–3% जिप्सम

↓ मिलाकर

बॉल मिल

↓ पीसकर

सीमेंट

प्रवाह आरेख (Flow chart)**–1 : सीमेंट बनाने की विधि**

17.7.3 छत्तीसगढ़ में सीमेंट उद्योग (Cement industries in Chhattisgarh)

छत्तीसगढ़ के इन ज़िलों में सीमेंट उद्योग हैं– रायपुर, बिलासपुर, बलौदाबाजार।

17.8 काँच (Glass)

काँच सिलिका और धातु सिलिकेटों का मिश्रण है। यह एक अक्रिस्टलीय, कठोर, भंगुर, पारदर्शी, आभासी ठोस होता है। वास्तव में काँच एक अतिशीतलित द्रव है, जिसमें बहने का गुण होते हुए भी ठोस दिखाई देता है।

काँच का सामान्य सूत्र है– $xR_2O.yMO.6SiO_2$

जहाँ R – एक संयोजी क्षार धातु Na, K आदि होता है, M – द्विसंयोजी धातु जैसे–Ba, Ca, Pb, Zn आदि होता है और x और y अणुओं की संख्या दर्शाते हैं।

17.8.1 काँच का उत्पादन (Manufacture of glass)

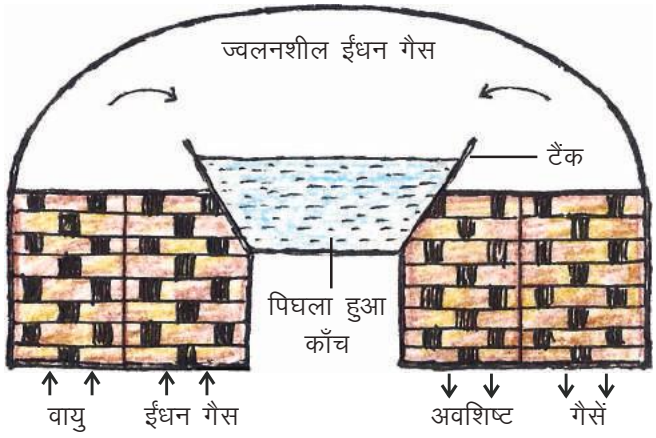
काँच के उत्पादन में उपयोगी विभिन्न पदार्थ निम्नलिखित हैं–

1. सिलिका –रेत के रूप में।
2. क्षार धातु–सोडियम कार्बोनेट या कार्बन मिश्रित साल्ट केक (Na_2SO_4+ C) या पोटैशियम कार्बोनेट के रूप में।
3. द्विसंयोजक धातु–कैल्सियम–चूने का पत्थर के रूप में, लेड–लिथार्ज (PbO) या सिंदूर (Pb_3O_4)) के रूप में।
4. ऑक्सीकारक या रंग उड़ाने वाले पदार्थ (विरंजक)–मैंगनीज डाइऑक्साइड (MnO_2), पोटैशियम नाइट्रेट (KNO_3) या सोडियम नाइट्रेट ($NaNO_3$)।
5. कलेट–काँच के टूटे हुए टुकड़े।
6. रंग प्रदान करने वाले पदार्थ–काँच को रंग प्रदान करने के लिए विभिन्न यौगिकों का उपयोग किया जाता है, कुछ महत्वपूर्ण पदार्थ हैं–

सारणी–2 : काँच को रंग प्रदान करने वाले पदार्थ

काँच का रंग	रंग प्रदान करने वाले पदार्थ
हरा	क्रोमियम ऑक्साइड
पीला	कैडमियम सल्फाइड
लाल	कॉपर ऑक्साइड
बैंगनी	मैंगनीज ऑक्साइड
नीला	कोबाल्ट ऑक्साइड

साधारण काँच या सोडा काँच बनाने के लिए आवश्यक पदार्थ सोडियम कार्बोनेट, कैल्सियम कार्बोनेट और रेत को उचित अनुपात में मिलाकर बारीक पीस लिया जाता है। अब इस मिश्रण में कलेट मिला दिया जाता है। कलेट, गालक (flux) का कार्य करता है। इस प्रकार प्राप्त मिश्रण बैच (batch) कहलाता है। इस मिश्रण को टैंक भट्टी में लगभग 1400°C तक गर्म करते हैं (चित्र–3)।



चित्र–3 टैंक भट्टी में काँच का निर्माण

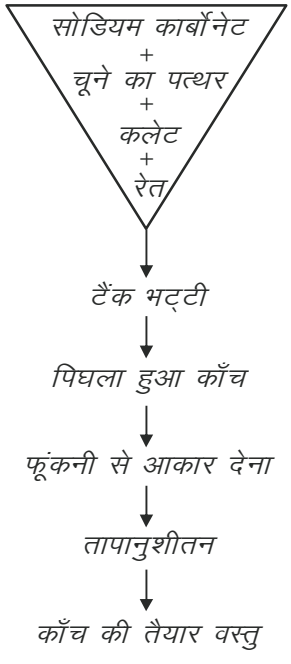
भट्टी में निम्नलिखित क्रियाएँ होती हैं–

$$Na_2CO_3 + SiO_2 \longrightarrow Na_2SiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$CaCO_3 + SiO_2 \longrightarrow CaSiO_3 + CO_2\uparrow$$

$$Na_2SiO_3 + CaSiO_3 + 4SiO_2 \longrightarrow \underset{\text{काँच}}{Na_2O.CaO.6SiO_2}$$

इस पिघले हुए काँच से अनुभवी कारीगर ब्लोअर या फूंकनी की सहायता से इच्छित आकार की वस्तुएँ बनाते हैं। आजकल यह काम बड़े–बड़े कारखानों में साँचे में ढालकर मशीनों की सहायता से कम समय और कम लागत में किया जाता है। काँच की वस्तुओं को बनाते समय अचानक ठण्डा करने पर वे टूट जाती हैं। इसलिए टूटने से बचाने के लिए इन्हें धीरे–धीरे ठण्डा किया जाता है इस क्रिया को तापानुशीतन (annealing) कहते हैं।



प्रवाह आरेख (Flow chart)**–2 : काँच बनाने की विधि**

प्रश्न

1. सीमेंट में जिप्सम क्यों मिलाया जाता है?
2. काँच निर्माण में कलेट का उपयोग क्यों किया जाता है?
3. सीमेंट का गलनांक निश्चित नहीं होता है क्यों?

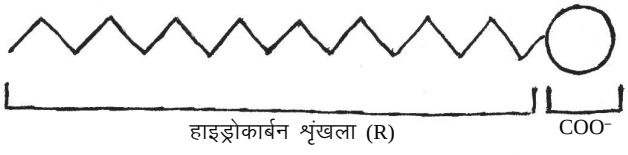
17.9 साबुन तथा अपमार्जक (Soaps and detergents)

क्रियाकलाप– 1

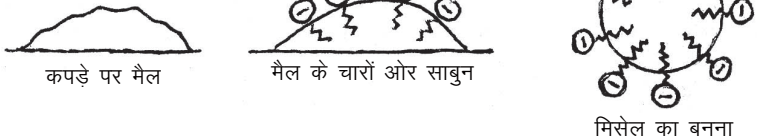
- दो परखनलियाँ लीजिए और उन्हें 'क' और 'ख' नामांकित कीजिए।
- दोनों परखनलियों में 10 – 10 mL आसुत या मृदु जल लीजिए।
- दोनों में चार–चार बूँद खाने का तेल डालिए।
- परखनली 'ख' में साबुन के घोल की कुछ बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक जोर–जोर से हिलाइए।
- थोड़ी देर बाद दोनों परखनलियों में तेल और जल की परतों को देखिए।
- क्या तेल की परत अलग हो जाती है? ऐसा कौन–सी परखनली में पहले होता है?

इस क्रियाकलाप से सफाई में साबुन के प्रभाव का पता चलता है। अधिकांशतः मैल तैलीय होती है और हम जानते हैं कि तेल पानी में अघुलनशील है। साबुन के अणु, लंबी श्रृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम या पोटैशियम लवण होते हैं जिसे RCOOM द्वारा व्यक्त करते हैं। साबुन को जल में विलेय करने पर साबुन धातु आयन M^+ और $RCOO^-$ आयन में विभक्त हो जाता है। $RCOO^-$ आयन के दो भाग होते हैं, एक लम्बी हाइड्रोकार्बन श्रृंखला R , जो कार्बोक्सिलेट आयन की पूँछ बनाती है तथा तेल के अणुओं से जुड़ जाती है। दूसरा COO^- भाग, जो सिर बनाता है तथा जल में विलेय होता है (चित्र–4 अ)।

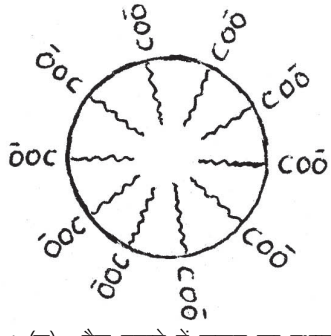
जब कपड़े को साबुन के घोल में डुबाया जाता है तो साबुन का ऋण आयन तेल (मैल) के चारों ओर गोलीय आकार में इस प्रकार व्यवस्थित हो जाता है कि हाइड्रोकार्बन श्रृंखला वाला सिरा (पूँछ) अंदर की ओर तथा COO^- वाला सिरा बाहर की ओर काँटों की तरह निकला रहता है। इस प्रकार साबुन के अणु मिसेल (micelle) संरचना तैयार करते हैं (चित्र–4 ब)। मिसेल के कण पानी में वितरित हो जाते हैं इस प्रकार एक कोलाइड बनता है जो रगड़ने पर पानी की धारा के साथ बहकर अलग हो जाता है (चित्र–4 स)।



4 (अ) : कार्बोक्सिलेट आयन के भाग



4 (ब) : व्यवस्थित COO^- आयन



4 (स) : मैल हटाने में साबुन का प्रभाव

चित्र–4 (अ), (ब) तथा (स) : साबुन का मिसेल

क्रियाकलाप–2

- दो अलग–अलग परखनलियों में क्रमशः 10–10 mL आसुत जल एवं कठोर जल लीजिए।
- दोनों में साबुन के घोल की कुछ बूँदें मिलाइए।
- दोनों परखनलियों को एक ही समय तक हिलाकर, उनमें बनने वाली झाग पर ध्यान दीजिए।
- किस परखनली में अधिक झाग बनती है?
- किस परखनली में सफेद दही जैसा फटा अवक्षेप प्राप्त होता है?
- इस क्रियाकलाप से क्या निष्कर्ष निकलता है?

(शिक्षकों के लिए निर्देश– यदि कठोर जल उपलब्ध न हो तो साधारण जल के 100 mL में 0.5 g मैग्नीशियम हाइड्रोजनकार्बोनेट/क्लोराइड/सल्फेट को घोलकर कठोर जल तैयार कीजिए।)

जल की कठोरता का अध्ययन हम इसी अध्याय में कर चुके हैं। कठोर जल से वस्तुओं की सफाई के लिए हम एक अन्य प्रकार के यौगिक अर्थात अपमार्जक का उपयोग कर सकते हैं। अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन श्रृंखला वाले सल्फोनिल अम्लों के लवण होते हैं। इन यौगिकों का आवेशित सिरा कठोर जल में उपस्थित कैल्सियम और मैग्नीशियम आयनों के साथ अघुलनशील पदार्थ नहीं बनाता है। इस प्रकार वह कठोर जल में भी प्रभावी बने रहते हैं। सामान्यतः अपमार्जकों का उपयोग शैंपू एवं कपड़े धोने के उत्पाद बनाने में होता है।

क्रियाकलाप–3

- दो परखनलियाँ लीजिए और प्रत्येक में 10 – 10 mL कठोर जल लीजिए।
- एक में साबुन के घोल की पाँच बूँदें तथा दूसरे में अपमार्जक के घोल की पाँच बूँदें डालिए।
- दोनों परखनलियों को समान समय तक हिलाएँ।
- क्या दोनों में झाग की मात्रा समान है?
- किस परखनली में दही जैसा पदार्थ बनता है?
- इस क्रियाकलाप से आपने क्या निष्कर्ष निकाला?

इस क्रियाकलाप में आपने अपमार्जक तथा साबुन की कठोर जल में सफाई की क्रिया को देखा। कुछ अपमार्जक जैव निम्नीकृत नहीं होने के कारण जल प्रदूषण को बढ़ाते हैं इसलिए इसका संतुलित उपयोग करना चाहिए।

प्रश्न

1. क्या आप अपमार्जक का उपयोग कर बता सकते हैं कि कोई जल कठोर है या नहीं?
2. कपड़े धोते समय लोग साबुन लगाने के बाद कपड़े को ब्रश से रगड़ते हैं या पत्थर पर पटकते हैं या डंडे से पीटते हैं। कपड़ा साफ करने के लिए उसे रगड़ने की आवश्यकता क्यों होती है?

मुख्य शब्द (Keywords)

उत्फुल्लन, विरंजक चूर्ण, क्लिंकर, मिसेल, जिप्सम, आभासी ठोस, अतिशीतलित द्रव, अपमार्जक, कलेट, स्थायी तथा अस्थायी कठोरता, तापानुशीतन

हमने सीखा

- जल सर्वाधिक पदार्थों को घोल लेता है इसलिए वह सार्वत्रिक विलायक कहलाता है।
- जल में कैल्सियम और मैग्नीशियम के हाइड्रोजनकार्बोनेट, सल्फेट और क्लोराइड लवणों की उपस्थिति के कारण कठोरता होती है।
- नमक में पोटैशियम आयोडेट मिलाकर उसे आयोडीनयुक्त किया जाता है।
- सोडियम क्लोराइड का उपयोग कर, साल्वे अमोनिया विधि द्वारा सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट बनाया जाता है।
- धावन सोडा के क्रिस्टल को वायु में खुला छोड़ने पर जल के नौ अणु निकल जाते हैं और सोडियम कार्बोनेट मोनोहाइड्रेट (सफेद चूर्ण) में परिवर्तित हो जाता है, इस गुण को उत्फुल्लन कहते हैं।
- प्लास्टर ऑफ पेरिस पानी से क्रिया कर कठोर होकर जिप्सम बनाता है।
- विरंजक चूर्ण का उपयोग विरंजन क्रिया के लिए किया जाता है, यह उसमें से निकलने वाली क्लोरीन गैस के कारण होती है।
- सीमेंट, मुख्य रूप से कैल्सियम के सिलिकेट और ऐलुमिनेट का मिश्रण है, जो जल के संपर्क में आने पर कठोर हो जाता है।
- काँच धात्विक सिलिकेटों का मिश्रण है अतः इसका कोई निश्चित संघटन और रासायनिक सूत्र नहीं होता है।
- साबुन लंबी श्रृंखला वाले कार्बोक्सिलिक अम्लों के सोडियम या पोटैशियम लवण होते हैं।
- अपमार्जक सामान्यतः लंबी कार्बन श्रृंखला वाले सल्फोनिल अम्लों के लवण होते हैं।

XSBZR9

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए–

(i) खाने का सोडा का सूत्र है–

(अ) $NaHSO_4$ (ब) Na_2CO_3

(स) $NaHCO_3$ (द) $Na_2CO_3.10H_2O$

(ii) रासायनिक पदार्थ, जो जल को रोगाणुमुक्त करने के लिए प्रयुक्त होता है–

(अ) $CaCl_2$ (ब) $CaOCl_2$

(स) $FeCl_3$ (द) $MgCl_2$

(iii) काँच है, एक–

(अ) द्रव (ब) ठोस

(स) पारदर्शी कार्बनिक बहुलक (द) अतिशीतलित द्रव

(iv) प्लास्टर ऑफ पेरिस कठोर हो जाता है–

(अ) $CaCl_2$ मुक्त कर (ब) CO_2 अवशोषित कर

(स) पानी अवशोषित कर (द) पानी मुक्त कर

2. कॉलम 'क' का मिलान कॉलम 'ख' के उचित विकल्प से चुनकर कीजिए–

	कॉलम क	**कॉलम ख**
(i)	ब्लीचिंग पावडर	(अ) अतिशीतलित द्रव
(ii)	बेकिंग सोडा	(ब) क्लिंकर
(iii)	कपड़े धोने का सोडा	(स) परिरक्षक
(iv)	सोडियम क्लोराइड	(द) विरंजक
		(इ) काँच निर्माण
		(फ) प्रति अम्ल

3. मृदु तथा कठोर जल किसे कहते हैं?

4. जल में कठोरता के क्या कारण हैं? यह कितने प्रकार की होती है?

5. बर्फीले प्रदेशों में झील या नदी के जल में जीव–जन्तु कैसे जीवित रहते हैं?

6. बेकिंग पाउडर किसे कहते हैं? यह किस प्रकार केक को मुलायम और स्पंजी बनाता है?

7. प्लास्टर ऑफ पेरिस कैसे बनाते हैं? इसे वायुरोधी (air tight) डिब्बे में क्यों रखते हैं?

8. कपड़े धोने का सोडा का रासायनिक नाम क्या है? साल्वे अमोनिया विधि द्वारा इसे बनाने के लिए प्रयुक्त होने वाले तीन मुख्य पदार्थो के नाम लिखिए।

9. कैल्सियम का एक यौगिक, जो पीलापन लिए हुए सफेद रंग का पदार्थ है, का उपयोग वस्त्र उद्योग और रोगाणुनाशक के रूप में किया जाता है।

   (i) इस यौगिक का नाम लिखिए।

   (ii) इस यौगिक को वायु में खुला छोड़ने पर कौन–सी गैस मुक्त होती है, अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।

10. सोडियम का एक यौगिक 'X' सफेद रंग का चूर्ण है तथा यह बेकिंग पाउडर का एक घटक होता है। जब 'X' को गर्म करते हैं तो एक गैस 'Y' उत्पन्न होती है, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है।

   (i) गर्म करने पर होने वाली वियोजन अभिक्रिया का रासायनिक समीकरण लिखिए।

   (ii) 'X' का उपयोग प्रतिअम्ल के रूप में क्यों किया जाता है।

11. काँच के उत्पादन का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों में कीजिए –

   (i) आवश्यक पदार्थ

   (ii) काँच को रंग प्रदान करने वाले पदार्थ

   (iii) टैंक भट्टी में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया

12. सीमेंट निर्माण विधि के विभिन्न चरणों को लिखिए।

13. साबुन के मिसेल का निर्माण किस प्रकार होता है।

अध्याय–18

ऊर्जा: स्वरूप एवं स्रोत

(ENERGY: FORMS AND SOURCES)

XSKVSW

18.1 आखिर ऊर्जा है क्या?

ऊर्जा द्वारा हम कोई भी कार्य कर सकते हैं। किसी भी कार्य को संपन्न करने के लिए हमें श्रम करना पड़ता है। किसी भारी वस्तु को उठाने के लिए अधिक कार्य करना पड़ता है और इसमें अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। कार्य और ऊर्जा के बारे में हम कक्षा–9 में पढ़ चुके हैं

हमने देखा था कि ऊर्जा और कार्य का सीधा संबंध है। अधिक कार्य करने के लिए आपको अधिक ऊर्जा की ज़रूरत होती है। आपके पास जितनी अधिक ऊर्जा होगी आप उतना ही अधिक कार्य कर पाएंगे।

'ऊर्जा' शब्द का आविष्कार आज से 200 वर्ष पूर्व एक ब्रिटिश वैज्ञानिक थॉमस यंग ने किया था। थॉमस यंग ने 'ऊर्जा' शब्द एक यूनानी वाक्य 'अंदर कार्य' से प्रेरित होकर इजाद किया। उनके अनुसार 'ऊर्जा' के अंदर कार्य छिपा है, आप उस 'ऊर्जा' के उपयोग से कार्य कर सकते हैं। हमारे शरीर में भी एक निश्चित मात्रा में ऊर्जा है। जितना अधिक हम कार्य करेंगे, उतनी अधिक ऊर्जा की खपत होगी और हमें थकान महसूस होगी। इस ऊर्जा की आपूर्ति के लिए हमें भोजन की आवश्यकता होती है।

थॉमस यंग

चित्र–1

मनुष्य और ऊर्जा

ज़्यादातर हम कार्य शब्द का संबंध जीवित मनुष्यों से जोड़ते हैं। जब मनुष्य गुफाओं में रहता था तब मुख्यतः अपने शरीर की रासायनिक ऊर्जा का ही उपयोग करता था। फिर लोगों ने नया ज्ञान प्राप्त किया। पालतू जानवरों की ऊर्जा का उपयोग करना शुरू किया। नदी व पानी के बहाव से जहाज चलाना सीखा। लकड़ी और

वसा को ईंधन जैसे इस्तेमाल करके आग की ऊर्जा का उपयोग शुरू किया। आग लोगों को सर्दी में गर्मी प्रदान करती और आग से रात में प्रकाश भी मिलता। आग से खाना भी पकता और आग धातुओं, कांच और मिट्टी के बर्तन बनाने में भी काम आता है। अब जीवित मनुष्यों व जानवरों के साथ–साथ निर्जीव वस्तुओं की ऊर्जा को भी कार्य करने के लिए उपयोग में लिया जाने लगा। 1700 में स्टीम इंजन का आविष्कार हुआ। पहली बार ईंधन की रासायनिक ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदल पाना संभव हुआ। भिन्न–भिन्न प्रकार के स्टीम इंजन बनाए गए। कुछ कारखानों में मशीनों को चलाने, कुछ समुद्र में जहाजों को चलाने और कुछ जमीन पर रेलगाड़ियों को खींचने।

इंजन के लिए ईंधन के रूप में लकड़ी की जगह कोयला उपयोग में लिया गया। 1800 में जलाऊ ईंधन की रासायनिक ऊर्जा से दो चुम्बकों के ध्रुवों के बीच में तार के पहिए चलाए गए। इसमें चुम्बक की गतिशील ऊर्जा से विद्युत धारा पैदा हुई।

विद्युत करंट को टेलीग्राफ व टेलीफोन के लिए उपयोग किया गया। विद्युत ऊर्जा से ही दुनिया के सारे मोटर चलते हैं। 1800 के आसपास लोगों ने तेल के कुए खोदने सीखे। इसे काफी आसानी से पाइप द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाया जा सकता था। 1800 के अंत में पेट्रोल से चलने वाले इंजन बनने लगे। इनका उपयोग कारों, ट्रको, बसों, जहाजों, हवाईजहाजों इत्यादि को चलाने के लिए होता है। तेल घरों को गर्म करने और विद्युत पैदा करने के लिए भी उपयोग में आने लगा।

तेल और कोयले के अलावा भी कई और स्त्रोत हैं जिनसे ऊर्जा की आपूर्ति हो सकती है। लोग आण्विक ऊर्जा का उपयोग कर सकते हैं, पानी और हवा के बहाव की धाराओं का उपयोग कर सकते हैं, समुद्र में ज्वार भाटे द्वारा उत्पन्न ऊर्जा का इस्तेमाल कर सकते हैं। पृथ्वी के भीतर छिपी अपार ऊष्मा का भी उपयोग किया जा सकता है। सूर्य की ऊर्जा कई जरूरतों को पूरा कर सकती है।

इस पाठ में हम ऊर्जा के इन्हीं स्त्रोंतों के बारे में जानेंगे। ऊर्जा के प्रकार कितने और कौन–कौन से हैं, यह भी जानेंगे। ऊर्जा के कौन से स्त्रोत से हमें किस प्रकार की ऊर्जा प्राप्त हो सकती है, यह भी समझेंगे।

18.2 ऊर्जा के प्रकार एवं स्वरूप

प्रत्येक दिन हम ऊर्जा के कई रूपों से अवगत होते हैं। जैसे, सुबह–सुबह हम नाश्ता लेते हैं (रासायनिक ऊर्जा), पैदल या साईकिल चलाकर स्कूल जाते हैं (यांत्रिक ऊर्जा), रोशनी से भरपूर कक्षा में प्रवेश करते हैं (प्रकाश ऊर्जा), अपने दोस्तों की बातें सुनते हैं, अपनी बात कहते हैं (ध्वनि ऊर्जा) खेलते समय बॉल उछालते हैं तब वह वापस हमारे हाथ में आ जाती है (गुरूत्वीय ऊर्जा) पंखे की हवा का आनंद लेते हैं (विद्युत ऊर्जा) इत्यादि।

हम अन्य कई रूपों की ऊर्जा से भलि भांति परिचित हैं।

ऊर्जा के ये सभी रूप दो प्रकारों में बांटे जा सकते हैं। स्थितिज व गतिज़ ऊर्जा।

ऊर्जा के स्वरूप

ऊर्जा के सभी रूप दो श्रेणियों में सम्मिलित (आते) हैं।

स्थितिज ऊर्जा

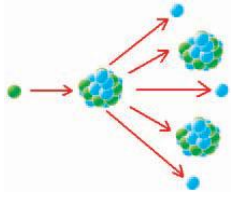
स्थितिज ऊर्जा: संग्रहित ऊर्जा एवं स्थिति की ऊर्जा है। (गुरूत्वीय)

- **रासायनिक ऊर्जा**

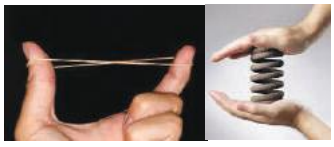
रासायनिक ऊर्जा, परमाणुओं एवं अणुओं के बंधों में संग्रहित ऊर्जा है। जैव–भार, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस, प्रोपेन, कोयला, संग्रहित रासायनिक ऊर्जा के उदाहरण हैं।

- **नाभिकीय–ऊर्जा**

परमाणु के नाभिक में संग्रहित ऊर्जा, नाभिकीय–ऊर्जा है। यह ऊर्जा, अणुओं को एक साथ बांधकर रखती है। यूरेनियम परमाणु का नाभिक, नाभिकीय ऊर्जा का उदाहरण है।



- **संग्रहित यांत्रिक ऊर्जा**



वस्तुओं में बल के प्रयोग के परिणामस्वरूप संग्रहित ऊर्जा, संग्रहित यांत्रिक ऊर्जा है। संपीडित स्प्रिंग, और तने हुए रबर, संग्रहित यांत्रिक ऊर्जा के उदाहरण हैं।

- **गुरूत्वीय ऊर्जा**

स्थान अथवा स्थिति की ऊर्जा, गरूत्वीय ऊर्जा है। किसी जल–विद्युत बांध के पीछे के जलाशय में संग्रहित पानी, गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा का उदाहरण है। जब यह पानी टरबाईन को घुमाने के लिए छोड़ा जाता है, तो यह गतिज ऊर्जा में बदल जाता हैं।

गतिज ऊर्जा

गतिज ऊर्जा: यह कण में गति के कारण उर्जा है। यह तरंगों, इलेक्ट्रोन्स, अणुओं एवं परमाणुओं की गति है।

- **विकिरण ऊर्जा**

यह विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा है, जो अनुप्रस्थ तरंगों में गति करती है। विकिरण ऊर्जा में दृश्य–प्रकाश, एक्स–रे, गामा–किरणें तथा रेड़ियो किरणें शामिल हैं। सूर्य की ऊर्जा, विकिरण ऊर्जा के उदाहरण हैं।

- **तापीय ऊर्जा**

तापीय ऊर्जा, पदार्थ की आंतरिक ऊर्जा हैं। यह पदार्थ के भीतर परमाणुओं एवं अणुओं के कम्पन्न एवं गति है। भू–तापीय ऊर्जा, तापीय–ऊर्जा का उदाहरण हैं।

- **गति ऊर्जा**

किसी वस्तु अथवा पदार्थ की एक स्थान से दूसरे स्थान पर चलना गति है। पवन एवं जल–विद्युत, गति के उदाहरण हैं।

- **ध्वनि ऊर्जा**

ध्वनिः ऊर्जा का अनुदैर्ध्य तरंगों (संपीडन एवं विरलन) में पदार्थों में होकर गमन करना है।

- **विद्युत ऊर्जा**

बिजली का चमकना एवं विद्युत, विद्युत ऊर्जा के उदाहरण हैं। इलेक्ट्रोन्स की गति, विद्युत ऊर्जा है।

18.3 ऊर्जा रुपांतरण

हमने अक्सर देखा है कि जब कोई निर्जीव वस्तु कार्य करती है तब वह निश्चित ही गतिशील होती है। स्थिर हवा, स्थिर पानी या स्थिर पत्थर में किसी चीज़ को हिलाने, बहाने या तोड़ने की क्षमता नहीं होती है। हवा का तेज़ झोंका पेड़ों को गिरा सकता है, बहता पानी जहाज़ को आगे ढकेल सकता है और गुलेल द्वारा फेका हुआ भारी पत्थर दीवार से टकराकर उसमें गड्ढा कर सकता है।

क्योंकि गतिशील चीज़ें कार्य कर सकती हैं इसलिए गतिशील पदार्थ में निश्चित ही कोई ऊर्जा होगी। इसे 'गतिज ऊर्जा' या 'काईनेटिक एनर्जी' कहा जाता है।

गतिज ऊर्जा के बारे में आप कक्षा–9 में अध्ययन कर चुके हैं। यदि भारी और हल्की वस्तु एक–समान गति से जा रही हो, तो भारी वस्तु में हल्की वस्तु की अपेक्षा अधिक ऊर्जा होगी। हल्के से हथोड़ी कील पर मारने पर, कील दीवार में थोड़ी ही अंदर जाएगी जबकि भारी हथोड़ी ज़ोर से मारने पर कील दीवार में पूरी तरह अंदर घुस सकती है। लेकिन क्या कभी कोई स्थिर वस्तु भी कार्य कर सकती है?

एक पत्थर की कल्पना करें जो पहाड़ी के सिरे पर स्थित है। हवा का एक तेज़ झोंका उसे हिला सकता है। वह जैसे–जैसे ढलान पर नीचे लुढ़कता है उसमें 'गतिज ऊर्जा' आ जाती है। गिरती हुई वस्तु की गति तेज और फिर और तेज़ होती जाती है। अंत में तेज़ गति का पत्थर जब जमीन से टकराता है तो वह कुछ काम करता है– जैसे वह किसी अन्य वस्तु को चकनाचूर कर सकता है।

वस्तु जमीन से जितनी अधिक ऊँचाई पर होगी वो उतना ही अधिक दूरी तक गिरेगी और उसकी उतनी ही अधिक 'स्थितिज ऊर्जा' होगी।

यहां पर हमें यह समझना होगा कि गजित ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा कई प्रकार की होती हैं और ऊर्जा के सभी रूपों को (जिनके बारे में तुम पिछली कक्षाओं में व कक्षा 10वीं के अन्य अध्यायों में पढ़ चुके हो) को इन दो प्रकारों में रखा जा सकता है।

सभी वस्तुओं में अंतरनीहित ऊर्जा होती है, किन्तु जब तक कुछ ऐसा न हो जिससे उस वस्तु की अंतरनीहित ऊर्जा, ऊर्जा के किसी अन्य रूप से रूपांतरित हो, तब तक हम उसकी ऊर्जा के बारे में कुछ कह नहीं पाते हैं। जब कोई पटाखा फूटता है तब उसकी अंतरनीहित रासायनिक ऊर्जा प्रकाशीय ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा, उष्मीय ऊर्जा और गतिज ऊर्जा में बदल जाती है।

इसी प्रकार ऊर्जा रूपान्तरण के अन्य उदाहरण नीचे दी गई सारणी में भरें–

सारणी–1

वस्तु	**संग्रहित ऊर्जा के रूपान्तरण के लिए क्या करना होगा?**	**संग्रहित ऊर्जा का प्रारंभिक रूप**	**संग्रहित ऊर्जा किन रूपों में रूपान्तरित होगी?**
1. टोर्च बैटरी	स्विच को ऑन करने पर	रासायनिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा व प्रकाश ऊर्जा
2. पेट्रोल			
3. डाईनामाईट			
4. रबर बैंड खींचा हुआ।			
5. तबला			

इसी प्रकार आप ऊर्जा के प्रारंभिक और अंतिम रूप के अन्य कई उदाहरण भी सोच सकते हैं। नीचे दी गई सारणी को भरने का प्रयास करें।–

सारणी–2

ऊर्जा का प्रारंभिक रूप	ऊर्जा का अंतिम रूप	उदाहरण
स्थितिज ऊर्जा	गतिज ऊर्जा	• ऊँची सतह पर स्थित पानी की टंकी से पानी का नीचे गिरना • •
यांत्रिक ऊर्जा	उष्मीय ऊर्जा	• हथेलियों को आपस में रगड़ने पर हथेलियों का गर्म हो जाना • •
यांत्रिक ऊर्जा	स्थितिज ऊर्जा	• स्प्रिंग को दबाना • •
यांत्रिक ऊर्जा	विद्युत ऊर्जा	• विद्युत जनरेटर द्वारा विद्युत उत्पादन • •
रासायनिक ऊर्जा	प्रकाश ऊर्जा	• टॉर्च का जलना • •
यांत्रिक ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, उष्मीय ऊर्जा	• चाकू का किसी पत्थर पर टकराना • •
विद्युत ऊर्जा	उष्मीय ऊर्जा	• इस्त्री का गर्म होना • •

क्या आप को अंदेशा है कि ब्रह्माण्ड में ऊर्जा का निरन्तर एक रूप से दूसरे रूप में रूपान्तरण हो रहा है? यही नहीं, ऊर्जा निरन्तर ही एक वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानान्तरित भी होती रहती है।

हम जिस भी विद्युत उपकरण का उपयोग करते हैं, चाहे वह बैटरी से चले या किसी विद्युत के पाईंट से चले, वह विद्युत ऊर्जा को अन्य प्रकार की ऊर्जा में रूपान्तरित करता है। ज्यादातर ऊर्जा उपयोगी ऊर्जा में रूपान्तरित हो जाती है, किन्तु कुछ ऊर्जा की मात्रा व्यय हो जाती है अथवा उपयोगी नहीं होती। जो भी हो, विद्युत ऊर्जा की पूरी मात्रा का रूपान्तरण अवश्य होता है। इसी को ऊर्जा संरक्षण नियम (Law of Conservation of energy) कहा जाता है। दूसरे शब्दों में ऊर्जा को न तो उत्पन्न किया जा सकता है, न ही नष्ट किया जा सकता है।

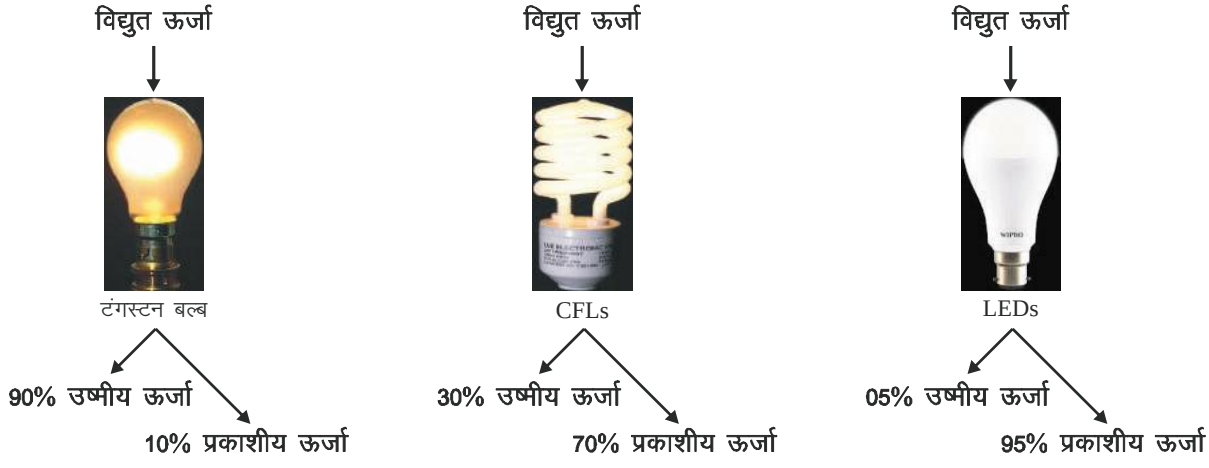
नीचे दी गई सारणी में ऊर्जा रूपान्तरण के कुछ ऐसे ही उदाहरण दिए है, जिनमें विद्युत उपकरणों द्वारा विद्युत ऊर्जा कुछ उपयोगी और कुछ अनुपयोगी रूपों में बदल जाती है। इस सारणी को और बढ़ाएँ।

सारणी–3

विद्युत उपकरण	विद्युत ऊर्जा के उपयोगी रूपान्तरण	विद्युत ऊर्जा का व्यय
1. टी.वी.	प्रकाश व ध्वनि ऊर्जा	टी.वी. व वातावरण में ऊष्मीय ऊर्जा
2. हेयर ड्रायर	वायु की उष्मीय और गतिज ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा
3. ओवन	भोजन में उष्मीण ऊर्जा	बर्तनों में उष्मीय ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा
4. पंखा	गतिज ऊर्जा	ध्वनि ऊर्जा
5.		

उपयोगी ऊर्जा के इस प्रकार के व्यय से बचा नहीं जा सकता। हाँ इसे कम जरूर किया जा सकता है।

आपने टंगस्टन बल्ब के बारे में अध्याय–5 में जाना है। इस प्रकार के बल्ब में विद्युत ऊर्जा प्रकाश ऊर्जा व उष्मीय ऊर्जा में रूपान्तरित होती है। यह उष्मीय ऊर्जा अनुपयोगी ही है। CFLs (Compact Fluorescent Lights) ऊर्जा का व्यय कम होने देते हैं। इनसे भी बेहतर हैं (Light Emitting Diodes) ये ज़्यादा से ज़्यादा प्रतिशत विद्युत ऊर्जा को प्रकाशीय ऊर्जा में रूपान्तरित कर देते हैं।



18.4 ऊर्जा का स्थानान्तरण

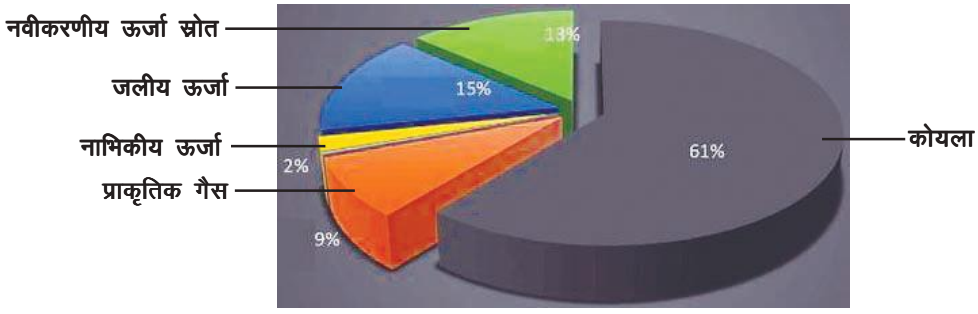
हमने अध्याय–3 में ऊष्मा और ताप में उष्मीय ऊर्जा के स्थानान्तरण के बारे में तो पढ़ा ही है। उष्मीय ऊर्जा का स्थानान्तरण तीन प्रकार से हो सकता है– संवहन, चालन और विकिरण। यदि आपको अंदाजा हो कि उष्मीय ऊर्जा किस प्रकार गर्म से ठण्डे की ओर प्रवाहित होगी, तो आप उष्मीय ऊर्जा के व्यय को नियंत्रित कर सकते हैं।

18.5 ऊर्जा के स्त्रोत

ऊर्जा के किसी भी स्वरूप का उपयोग करने के लिए हमें ऊर्जा को किसी स्त्रोत से प्राप्त करने की आवश्यकता होती है। उदाहरणतः हमारे घर में विद्युत ऊर्जा का स्त्रोत कोयला, नाभिकीय विखंडन या पनबिजली ऊर्जाघर हो सकते हैं। कारों को चलाने के लिए रासायनिक ऊर्जा पेट्रोल, डीज़ल जैसे ईंधन से प्राप्त हो सकती है। इन्हें ऊर्जा के स्त्रोत कहा जाता है।

आज हमारे देश को सबसे अधिक आवश्यकता है ऐसे स्त्रोतों की जिनसे हमारे देश की बढ़ती विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति हो सके।

विद्युत उत्पन्न करने के लिए ऊर्जा को एक स्वरूप से विद्युत ऊर्जा के स्वरूप में रूपांतरित करना पड़ता है। यह विधि तत्काल रूपांतरण (जिसमें ऊर्जा को सीधे विद्युत में बदला जाता है) अथवा मध्यवर्ती रूपांतरण (जिसमें ऊर्जा के एक रूप को दूसरे रूप में और फिर विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित किया जाता है) हो सकती है। आज, अधिकतर ऊर्जा मध्यवर्ती रूपांतरण द्वारा ही विद्युत में बदली जाती है। इन दोनों ही विधियों के लिए कई प्रकार के ऊर्जा स्त्रोत का उपयोग होता है– जीवाश्म ईंधन, नाभिकीय विखंडन, सौर ऊर्जा, पनबिजली आदि।



केंद्रीय विद्युत नियोग, भारत सरकार की रिपोर्ट (31-1-16) पर आधारित आँकड़े

चित्र–2 : भारत में विद्युत के विभिन्न स्रोत

18.5.1 ऊर्जा के परम्परागत स्त्रोत

1. **जीवाश्मी ईंधन–** कोयला, पेट्रोलीयम, रसोई गैस, केरोसीन, डीज़ल आदि ईंधन हैं। इनका उपयोग गैस स्टोवों (चूल्हों) तथा वाहनों में प्रत्यक्ष रूप से होता है। साथ ही ये विद्युत उत्पन्न करने के लिए भी प्रमुख स्त्रोत के रूप में उपयोग में लिए जाते हैं। विद्युत सयंत्रों में प्रतिदिन विशाल मात्रा में जीवाश्मी ईंधन का दहन करके जल उबालकर भाप बनाई जाती है। यह भाप टरबाईनों को घुमाकर विद्युत उत्पन्न करती है। ऐसे सयंत्रों को तापीय विद्युत सयंत्र कहा जाता है क्योंकि इन सयंत्रों में ईधन के दहन द्वारा ऊर्जा उत्पन्न की जाती है जिसे विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित किया जाता है।

इस प्रकार के विद्युत में ईंधन की रासायनिक ऊर्जा पहले ऊष्मीय ऊर्जा में बदलती है, जो टरबाईन को घुमाने से यांत्रिक ऊर्जा (गतिज ऊर्जा) में परिवर्तित होती है जिनसे विद्युत जनरेटर द्वारा विद्युत ऊर्जा में बदलती है। ऊर्जा रूपांतरण के प्रत्येक पड़ाव पर ऊर्जा की कुछ मात्रा अनुपयोगी रूप में व्यय हो जाती है। जीवाश्म ईंधन से चलने वाले विद्युत सयंत्र केवल 40 प्रतिशत ही दक्ष होते हैं। जीवाश्म ईंधन को जलाने की अन्य हानियां भी हैं। जीवाश्मी ईंधन के जलने पर कार्बन, नाइट्रोजन तथा सल्फर के ऑक्साइड मुक्त होते हैं। इन अम्लीय ऑक्साइड से अम्लीय वर्षा होती है जो जल व स्मारकों को प्रभावित करती हैं।

2. **जल–विद्युत सयंत्र–** ऊर्जा का एक अन्य पारंपरिक स्त्रोत बहते जल की गतिज ऊर्जा या ऊँचाई पर स्थित जल की स्थितिज ऊर्जा है। गिरते हुए जल की स्थितिज ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदलकर टरबाईन पर डाला जाता है। इस टरबाईन की यांत्रिक ऊर्जा विद्युत जनरेटर को दी जाती है और अंततः विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है।

जल विद्युत उत्पन्न करने के लिए नदियों के बहाव को रोककर बड़े जलाशयों (कृत्रिम झीलों) में जल एकत्रित करने के लिए ऊँचे–ऊँचे बाँध बनाए जाते हैं। इन जलाशयों में वर्षा के समय जल संचित होता रहता है। यह संचित जल बाँध के ऊपरी भाग से पाइपों द्वारा, बाँध के आधार के पास लगे टरबाईन के ब्लेडों पर मुक्त

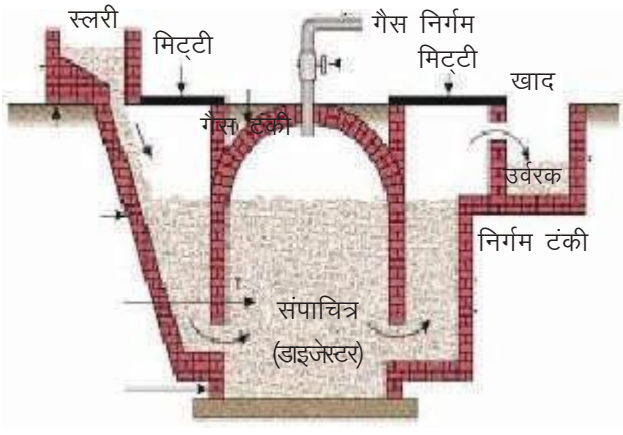
रूप से गिरता है। फलस्वरूप टरबाईन की ब्लेड घूर्णन करती है और जनित्र द्वारा विद्युत उत्पादन होता है। जल विद्युत ऊर्जा एक नवीकरणीय ऊर्जा स्त्रोत है क्योंकि वर्षा के बाद जलाशय पुनः भर जाता है। बाँध निर्माण के साथ कई समस्याएँ भी जुड़ी इसमें बहुत से खेती योग्य भूमि तथा मानव आवास डूब जाते हैं। बहुत से परिस्थितिक तंत्र भी नष्ट हो जाते हैं।

3. **जैव मात्रा (बायो गैस)–** हमारे देश में कृषि एवं पशुपालन को विशेष महत्व दिया जाता है। यहाँ कृषि अपशिष्ट तथा पशुओं की बहुतायत होने के कारण गोबर भी सरलता से उपलब्ध है। ग्रामीण क्षेत्रों में आज भी इन्हें सीधे जलाकर ऊर्जा प्राप्त करने का प्रचलन है। इससे ऊर्जा का एक बड़ा भाग प्रकृति में विलीन हो जाता है। ये ईंधन अधिक ऊष्मा उत्पन्न नहीं करते तथा इन्हें जलाने पर अत्यधिक धुँआ निकलता है। इसलिए इन ईंधनों की दक्षता में वृद्धि के लिए प्रौद्योगिकी का सहारा आवश्यक है।

जब लकड़ी को वायु की सीमित मात्रा में जलाया जाता है तब उसमें से जल तथा वाष्पशील पदार्थ बाहर निकल जाते हैं और रह जाता है सिर्फ चारकोल। चारकोल को जलाने पर धुँआ नहीं होता और यह बिना ज्वाला के जलता है। इसकी ऊष्मा उत्पन्न करने की दक्षता भी अधिक होती है।

गोबर, पादप अपशिष्ट और मल ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में अपघटित होकर बायो गैस (जैव गैस) बनाते हैं। बायो गैस, मीथेन, कार्बन–डाई–ऑक्साइड, हाइड्रोजन तथा हाइड्रोजन सल्फाइड का मिश्रण है।

बायो गैस संयंत्र में ईंटों से बनी गुंबद टंकी होती है जिसमें गोबर व जल का गाढ़ा घोल (slurry) बनाया जाता है। इसे संपाचित्र (digester) में डाल देते हैं जिसमें ऑक्सीजन नहीं होती। अवायवीय सूक्ष्मजीव, जिन्हें जीवित रहने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं होती, गोबर का अपघटन करते हैं। जैव गैस को संपाचित्र के ऊपर बनी टंकी में संचित किया जाता है। इसे पाइपों द्वारा बाहर निकाला जाता है। जैव गेस में 75 प्रतिशत मीथेन गैस होती है, जो धुँआ उत्पन्न किए बिना जलती है और इसके जलने के पश्चात् राख जैसा कोई अपशिष्ट भी नहीं बचता है। जैव गैस का उपयोग प्रकाश के स्त्रोत के रूप में भी किया जाता है।

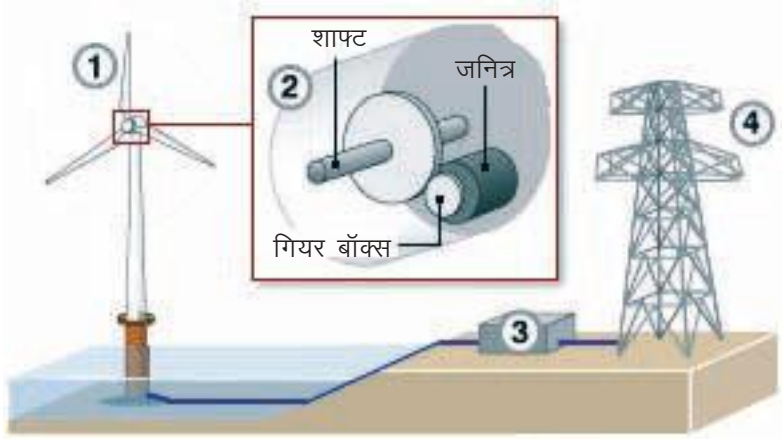


चित्र–3

4. पवन ऊर्जा– अध्याय 3 में हमने देखा कि किस प्रकार सूर्य के विकिरणों द्वारा भूखंड़ों तथा जलाशयों के असमान तप्त होने के कारण वायु में गति उत्पन्न होती है और पवनों का प्रवाह होता है। पवनों की गतिज ऊर्जा का उपयोग पवन–चक्कियों द्वारा यांत्रिक कार्यों को करने में होता है।

उदाहरणतः पवन चक्कियों की पंखुड़ियों की घूर्णन की गति का उपयोग कुओं से जल खींचने के लिए होता है। आजकल पवन ऊर्जा का उपयोग विद्युत उत्पन्न करने के लिए भी हो रहा है।

पवन चक्की की घूर्णी गति का उपयोग विद्युत जनित्र (जनरेटर) के टरबाइन को घुमाने के लिए किया जाता है। किसी विशाल क्षेत्र में बहुत सारी पवन चक्कियाँ लगाई जाती हैं जिसे पवन ऊर्जा फार्म कहते हैं। यह एक नवीकरणीय ऊर्जा का स्त्रोत है।



1. पवन से चक्कियों में गति आती है।
2. शाफ्ट द्वारा जनित्र शुरु होता है और विद्युत उत्पन्न होती है।
3. ट्रांसफार्मर द्वारा विद्युत उच्च विभव पर परिवर्तित किया जाता है।
4. विद्युत ग्रिड द्वारा विद्युत संचारण होता है।

चित्र–4

18.5.2 ऊर्जा के वैकल्पिक स्त्रोत

बढ़ती प्रौद्योगिकी के कारण, हमारी ऊर्जा की माँग में भी लगातार वृद्धि हो रही है। आवश्यक है कि हम उपलब्ध ऊर्जा स्त्रोतों के अधिक दक्ष उपयोग के लिए नई तकनीकें ढूँढ़ते रहें और नए स्त्रोतों की भी खोज जारी रखें।

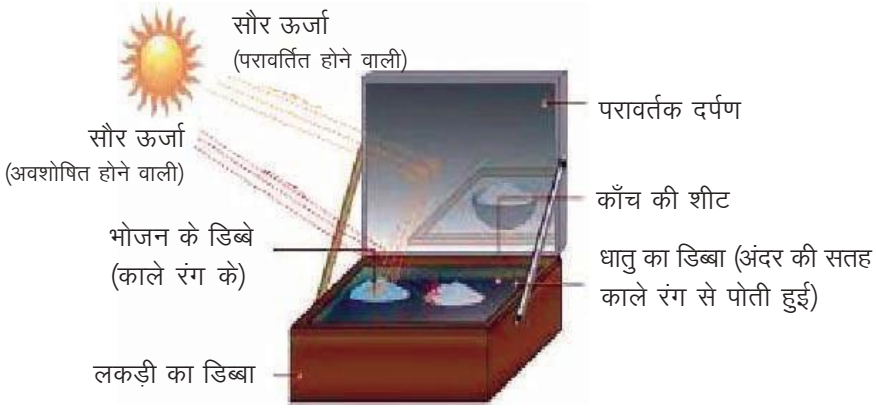
1. **सौर ऊर्जा–** भारत एक भाग्यशाली देश है क्योंकि वर्ष के अधिकांश दिनों में हमें सौर ऊर्जा प्राप्त होती है। सौर ऊर्जा का अर्थ धरती पर पड़ रहे सूर्य के प्रकाश और ऊष्मा से है। सूर्य ऊर्जा का विशाल स्रोत है। सूर्य ऊर्जा परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों से भिन्न है। सौर ऊर्जा के तत्काल रुपांतरण द्वारा विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है।

सौर तापन युक्तियाँ (Solar Heating Devices) : वे युक्तियाँ जिनमें सौर ऊर्जा का अधिकाधिक संग्रह किया जा सके सौर तापन युक्तियाँ कहलाती हैं।

क्रियाविधि:

- दो शंकवाकार फ्लास्क लीजिए। इनमें से एक को काला तथा दूसरे को सफेद पेंट से पोतिए।
- इन शंक्वाकार फ्लास्कों को एक से डेढ़ घंटे तक सीधे धूप में रखिए।
- दोनों फ्लास्कों को स्पर्श कीजिए इनमें कौन ज्यादा तप्त है। आप इन दोनों फ्लास्कों के जल के ताप तापमापी द्वारा भी माप सकते हैं।
- क्या आप कोई ऐसा उपाय सोच सकते हैं जिसके द्वारा इस ज्ञान का उपयोग अपने दैनिक जीवन में कर सकें?

सोलर कुकर (Solar Cooker) : सोलर कुकर एक युक्ति हैं जिसे सूर्य द्वारा विकरित ऊष्मा ऊर्जा का उपयोग करके खाना पकाने के लिए प्रयोग किया जाता है। सोलर कुकर एक रोधी धातु या लकड़ी के बक्से का बना होता है। जो भीतर से पूर्णतः काले रंग का होता है। पकाए जाने वाले भोजन को धातु पात्रों में रखते हैं। जो बाहर से काले रंग के होते हैं। तत्पश्चात् धातु पात्रों को सौर कुकर बाक्से के अन्दर रखते हैं, और काँच शीट से ढंक देते हैं।



चित्र–5

एक बार सूर्य की ऊष्मा किरणें कुकर बक्से में प्रवेश कर जाती हैं, तो काँच का ढक्कन उन्हें वापस बाहर जाने नहीं देता है। इस तरह सूर्य की अधिकाधिक ऊष्मा किरणें बक्से में रोक ली जाती हैं जिसके कारण सौर कुकर बक्से में तापमान दो से तीन घण्टे में ही लगभग 100°C से अधिक बढ़ जाता है। यह ऊष्मा काले पात्रों में रखी भोजन सामग्रियों जैसे– चावल, दालों और सब्जियों को पकाने के लिए प्रयुक्त की जाती हैं।

सौर सेल (Solar cell)

यह सरलता से देखा जा सकता है कि ये युक्तियाँ दिन के कुछ निश्चित समयों पर ही उपयोगी होती हैं। सौर सेल, सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में तत्काल रूपांतरित करते हैं। धूप में रखे जाने पर किसी सौर सेल से 0.5–1.0 V तक वोल्टता विकसित होती है तथा लगभग 0.7 W विद्युत उत्पन्न कर सकते हैं। जब बहुत अधिक संख्या में सौर सेलों को संयोजित करते हैं तो यह व्यवस्था सौर पैनल कहलाती है। (चित्र–6) जिनसे व्यावहारिक उपयोग के लिए पर्याप्त विद्युत प्राप्त हो जाती है।

सौर सेलों में कोई भी गतिमान पुरजा नहीं होता, इनका रखरखाव सस्ता है तथा ये बिना किसी फोकसन युक्ति के काफी संतोषजनक कार्य करते हैं। सौर सेलों के उपयोग करने का एक अन्य लाभ यह है कि इन्हें सुदूर तथा अगम्य स्थानों में स्थापित किया जा सकता है। जहाँ विद्युत संचरण के लिए केबल बिछाना अत्यंत खर्चीला तथा व्यापारिक दृष्टि से व्यावहारिक नहीं होता।

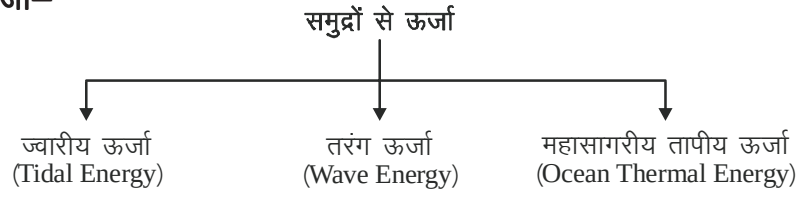
चित्र–6

सौर सेल बनाने के लिए सिलिकॉन का उपयोग किया जाता है जो प्रकृति में प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है, परंतु सौर सेलों को बनाने में उपयोग होने वाले विशिष्ट श्रेणी के सिलिकॉन की उपलब्धता सीमित है। सौर सेलों के उत्पादन की समस्त प्रक्रिया अभी भी बहुत महँगी है। सौर सेलों को परस्पर संयोजित करके सौर पैनल बनाने में सिल्वर (चाँदी) का उपयोग होता है जिसके कारण लागत में और वृद्धि हो जाती है। उच्च लागत तथा कम दक्षता होने पर भी सौर सेलों का उपयोग बहुत से वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

- मानव–निर्मित उपग्रहों तथा अंतरिक्ष अन्वेषक युक्तियों जैसे मार्स ऑर्बिटरों में सौर सेलों का उपयोग प्रमुख ऊर्जा स्रोत के रूप में किया जाता है।

- रेडियो अथवा बेतार संचार तंत्रों अथवा सुदूर क्षेत्रों के टी.वी. रिले केंद्रों में सौर सेल पैनल उपयोग किए जाते हैं।
- ट्रैफिक सिग्नलों, परिकलकों तथा बहुत से खिलौनों में सौर सेल लगे होते हैं। सौर सेल पैनल विशिष्ट रूप से डिजाइन की गई छतों पर स्थापित किए जाते हैं ताकि इन पर अधिक से अधिक सौर ऊर्जा आपतित हो। लेकिन अत्यधिक महँगा होने के कारण सौर सेलों का घरेलू उपयोग अभी तक सीमित है।

2. समुद्रों से ऊर्जा–



(अ) ज्वारीय ऊर्जा– घूर्णन गति करती पृथ्वी पर मुख्य रूप से चंद्रमा के गुरुत्वीय खिंचाव के कारण सागरों में जल का स्तर चढ़ता व गिरता रहता है। ज्वार–भाटे में जल के स्तर के चढ़ने तथा गिरने से हमें ज्वारीय ऊर्जा प्राप्त होती है। ज्वारीय ऊर्जा का दोहन सागर के किसी संकीर्ण क्षेत्र पर बाँध का निर्माण करके किया जाता है। बाँध के द्वार पर स्थापित टरबाइन ज्वारीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित कर देती है।

(ब) तरंग ऊर्जा– इसी प्रकार, समुद्र तट के निकट विशाल तरंगों की गतिज ऊर्जा को भी विद्युत उत्पन्न करने के लिए इसी ढंग से संग्रहित किया जा सकता है। तरंग ऊर्जा को संग्रहित करने के लिए टरबाइन को घुमाकर विद्युत उत्पन्न किया जा सकता है।

(स) महासागरीय तापीय ऊर्जा– समुद्रों अथवा महासागरों के पृष्ठ का जल सूर्य द्वारा तप्त हो जाता है जबकि इनके गहराई वाले भाग का जल अपेक्षाकृत ठंडा होता है। ताप में इस अंतर का उपयोग सागरीय तापीय ऊर्जा रूपांतरण विद्युत संयत्र (Ocean Thermal Energy Conversion Plant या OTEC विद्युत संयंत्र) में ऊर्जा प्राप्त करने के लिए किया जाता है।

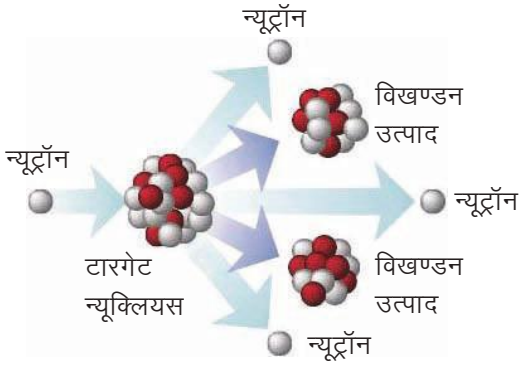
3. भूतापीय ऊर्जा (Geothermal Energy)– भौमिकीय परिवर्तनों के कारण भूपर्पटी में गहराइयों पर तप्त क्षेत्रों में पिघली चट्टानें ऊपर धकेल दी जाती हैं जो कुछ क्षेत्रों में एकत्र हो जाती हैं। इन क्षेत्रों को तप्त स्थल कहते हैं। जब भूमिगत जल इन तप्त स्थलों के संपर्क में आता है तो भाप उत्पन्न होती है। कभी–कभी इस तप्त जल को पृथ्वी के पृष्ठ से बाहर निकलने के लिए निकास मार्ग मिल जाता है। इन निकास मार्गों को गरम चश्मा अथवा ऊष्ण स्रोत कहते हैं। कभी–कभी यह भाप चट्टानों के बीच में फँस जाती है जहाँ इसका दाब अत्यधिक हो जाता है। तप्त स्थलों तक पाइप डालकर इस भाप को बाहर निकाल लिया जाता है। उच्च दाब पर निकली यह भाप विद्युत जनित्र की टरबाइन को घुमाती है जिससे विद्युत उत्पादन करते हैं। इसके द्वारा विद्युत उत्पादन की लागत अधिक नहीं है परंतु ऐसे बहुत कम क्षेत्र हैं जहाँ व्यापारिक दृष्टिकोण से इस ऊर्जा का दोहन करना व्यावहारिक है। न्यूजीलैंड तथा संयुक्त राज्य अमेरिका में भूतापीय ऊर्जा पर आधारित कई विद्युत शक्ति संयंत्र कार्य कर रहे हैं।

4. नाभिकीय ऊर्जा– आपको ज्ञात है कि प्रत्येक परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन होते हैं तथा इलेक्ट्रॉन विभिन्न कक्षाओं में नाभिक को घेरे रहते हैं। वैज्ञानिकों ने अध्ययनों से यह ज्ञात किया कि किसी पदार्थ के परमाणुओं के केन्द्र में स्थित नाभिक असीमित ऊर्जा के भंडार हैं इसी ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा कहा जाता है। नाभिकीय ऊर्जा को दो प्रकार की अभिक्रियाओं से प्राप्त किया जाता है। ये निम्न हैं–

(अ) नाभिकीय विखंडन (Nuclear Fission) (ब) नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion)

(अ) नाभिकीय विखंडन– नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें किसी भारी परमाणु (जैसे यूरेनियम, प्लूटोनियम अथवा थोरियम) के नाभिक को निम्न ऊर्जा न्यूट्रॉन से बमवारी कराकर हलके नाभिकों में तोड़ा जा सकता है। जब ऐसा किया जाता है तो विशाल मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है। यह तब होता है जब मूल नाभिक का द्रव्यमान उत्पादों के द्रव्यमानों के योग से कुछ ही अधिक होता है। जब मूल नाभिक का विखण्डन होता है तब नए उत्पादों के द्रव्यमान मूल नाभिकों के द्रव्यमान से कम होता है यह द्रव्यमान क्षति ही ऊर्जा के रूप में विमुक्त होती है। उदाहरण के लिए यूरेनियम, के एक परमाणु के विखंडन में जो ऊर्जा मुक्त होती है वह कोयले के किसी कार्बन परमाणु के दहन से उत्पन्न ऊर्जा की तुलना में 1 करोड़ गुनी अधिक होती है। विद्युत उत्पादन के लिए डिजाइन किए जाने वाले नाभिकीय संयंत्रों में इस प्रकार के नाभिकीय ईंधन स्वपोषी विखंडन शृंखला अभिक्रिया का एक भाग होते हैं जिनमें नियंत्रित दर पर ऊर्जा मुक्त होती है। इस मुक्त ऊर्जा का उपयोग भाप बनाकर विद्युत उत्पन्न करने में किया जा सकता है।

श्रृंखला अभिक्रिया (Chain Reaction)– जब ${}_{92}U^{235}$ पर मन्दगामी न्यूट्रॉन की बमबारी की जाती है, तो प्रत्येक यूरेनियम नाभिक लगभग दो बराबर खण्डों में टूट जाता है तथा इसके साथ ही अत्यधिक ऊर्जा एवं तीन न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं। अनुकूल परिस्थितियाँ मिलने पर ये न्यूट्रॉन अन्य यूरेनियम नाभिकों को भी विखण्डित कर देते हैं। इस प्रकार नाभिकों के विखण्डन की एक श्रृंखला बन जाती है, जो एक बार प्रारम्भ होने के बाद स्वतः ही तेजी से चलती रहती है जब तक की समस्त यूरेनियम विखण्डित नहीं हो जाता। नाभिकीय विखण्डन की इस अभिक्रिया को श्रृंखला अभिक्रिया कहते हैं।



चित्र–7

$${}_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \xrightarrow[\text{विखंडन}]{\text{नाभिकीय}} {}_{56}Ba^{139} + {}_{36}Kr^{94} + 3\,{}_{0}n^{1} + \text{उर्जा}$$

श्रृंखला अभिक्रिया दो प्रकार की होती हैं–

1. अनियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया (Uncontrolled Chain Reaction)
2. नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रिया (controlled Chain Reaction)

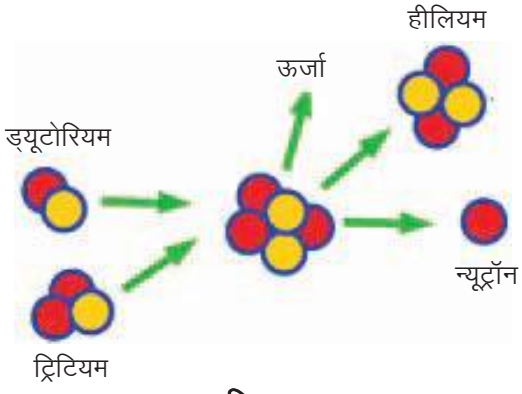
अनियंत्रित श्रृंखला अभिक्रियाः जब यूरेनियम–235 पर मन्दगामी न्यूट्रॉन की बमबारी की जाती है तब तीन नए न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं। ये न्यूट्रॉन पुनः तीन युरेनियम परमाणुओं का विखण्डन करते हैं और पुनः प्रत्येक परमाणुओं से तीन न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं विखण्डन की यह प्रक्रिया बहुत तीव्र गति से आगे की ओर बढ़ती है तथा कुछ क्षणों में ही समस्त पदार्थों का विखण्डन हो जाता है । इस अभिक्रिया में विशाल मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है तथा एक प्रचण्ड विस्फोट का रूप ले लेती है। इस अभिक्रिया का उपयोग परमाणु बम बनाने में किया जाता है।

नियंत्रित श्रृंखला अभिक्रियाः नाभिकीय ऊर्जा का उपयोग रचनात्मक कार्यों में किया जाता है नियत मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करने के लिए इस अभिक्रिया में कृत्रिम उपायों द्वारा ऐसा प्रबन्ध किया जाता है जिससे प्रत्येक विखण्डन में उत्पन्न न्यूट्रॉनों में से केवल एक ही न्यूट्रॉन आगे विखण्डन कर पाए। इस प्रकार इस अभिक्रिया में नाभिकीय विखण्डनों की दर नियत रहती है। अतः यह अभिक्रिया धीमी गति से होती है। नाभिकीय रिएक्टर में इसी अभिक्रिया का उपयोग किया जाता है।

नाभिकीय विद्युत शक्ति संयंत्रों का प्रमुख संकट पूर्णतः उपयोग होने के पश्चात् शेष बचे नाभिकीय ईंधन का भंडारण तथा निपटारा करना है क्योंकि शेष बचे ईंधन का यूरेनियम अब भी हानिकारक (घातक) कणों (विकिरणों) में क्षयित होता है। यदि नाभिकीय अपशिष्टों का भंडारण तथा निपटारा उचित प्रकार से नहीं होता तो इससे पर्यावरण दूषित हो सकता है। इसके अतिरिक्त नाभिकीय विकिरणों के आकस्मिक रिसाव का खतरा भी बना

रहता है। नाभिकीय विद्युत शक्ति संयंत्रों के प्रतिष्ठापन की अत्यधिक लागत, पर्यावरणीय प्रदूषण का प्रबल खतरा तथा यूरेनियम की सीमित उपलब्धता बड़े स्तर पर नाभिकीय ऊर्जा के उपयोग को निषेधक बना देते हैं।

(ब) नाभिकीय संलयन– आजकल के सभी व्यापारिक नाभिकीय रिएक्टर नाभिकीय विखंडन पर आधारित हैं। परंतु एक अन्य अपेक्षाकृत सुरक्षित प्रक्रिया जिसे नाभिकीय संलयन कहते हैं, द्वारा भी नाभिकीय ऊर्जा उत्पन्न करने की संभावना व्यक्त की जा रही है। संलयन का अर्थ है दो हलके नाभिकों को जोड़कर एक भारी नाभिक बनाना जिसमें सामान्यतः हाइड्रोजन अथवा हाइड्रोजन समस्थानिकों से हीलियम उत्पन्न की जाती है।



चित्र–8

$$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \xrightarrow[\text{संलयन}]{\text{नाभिकीय}} {}^{4}_{2}He + \text{ऊर्जा} \quad \text{लगभग } 21.6 \text{ mev}$$

इसमें विशाल परिमाण की ऊर्जा निकलती है। ऊर्जा निकलने का कारण यह है कि अभिक्रिया में उत्पन्न उत्पाद का द्रव्यमान, अभिक्रिया में भाग लेने वाले मूल नाभिकों के द्रव्यमानों के योग से कुछ कम होता है।

इस प्रकार की नाभिकीय संलयन अभिक्रियाएँ सूर्य तथा अन्य तारों की विशाल ऊर्जा का स्रोत हैं। नाभिकीय संलयन अभिक्रियाओं में नाभिकों को परस्पर संलयित होने को बाध्य करने के लिए अत्यधिक ऊर्जा चाहिए। नाभिकीय संलयन प्रक्रिया के होने के लिए मिलियन कोटि केल्विन ताप तथा मिलियन कोटि पास्कल दाब की आवश्यकता होती है।

नाभिकीय ऊर्जा के लाभ : 1. U-235 की छोटी सी मात्रा से अत्यधिक ऊर्जा मुक्त होती है।

2. अभिक्रिया में ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं होती है।

हानि : अभिक्रिया में रेडियो एक्टिव पदार्थ उत्पन्न होते हैं जो हानिकारक हैं।

18.6 क्रेडा (CREDA)

क्रेडा छत्तीसगढ़ राज्य अक्षय ऊर्जा विकास प्राधिकरण का संक्षिप्त रुप है यह छतीसगढ़ शासन के ऊर्जा विभाग का उपक्रम है।

क्रेडा के उद्देश्यः–क्रेडा के निम्नलिखित उद्देश्य हैं–

1. ऊर्जा का संरक्षण करने का अर्थ ऊर्जा के स्त्रोतों का उचित उपयोग करने से है जिससे ऊर्जा की बचत हो।
2. परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों से प्राप्त ऊर्जा की खपत को कम करने के लिए गैर परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों पर निर्भरता को बढ़ाना।
3. गैर परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों के दोहन से प्राप्त ऊर्जा पर्यावरण हितैषी होते हैं अतः अधिक से अधिक सौर ऊर्जा, बायोमास ऊर्जा, वायु ऊर्जा के उपयोग के लिए प्रेरित करना।

क्रेडा से सम्बन्धित छत्तीसगढ़ ऊर्जा शिक्षा पार्क (Chhattisgarh Energy Education Park) रायपुर में परम्परागत ऊर्जा स्त्रोतों के कार्यशील मॉडल जैसे जलशक्ति, वायु शक्ति, सौर ऊर्जा शक्ति (सोलर कार, सोलर हट, सोलर बोट) तथा बायोगैस प्लांट प्रदर्शन हेतु रखे गए हैं।

दैनिक जीवन में ऊर्जा का सदुपयोग करने के लिए निम्न बातों को ध्यान में रखना चाहिए।

1. ऊर्जा के वैकल्पिक स्त्रोतों के उपयोग को बढ़ावा देना चाहिए।
2. भोजन बनाने के लिए प्रेशर कुकरों का प्रयोग करना चाहिए।
3. सौर ऊर्जा पर आधारित उपकरणों जैसे सोलर कुकर, सौर उष्मक, सौर पैनल आदि का उपयोग करना चाहिए।
4. ग्रामीण क्षेत्रों में ईंधन के रूप में जैव गैस के उपयोग को प्रोत्साहित करना चाहिए।
5. पेट्रोल जैसे बहुमूल्य ईंधन को बचाने के लिए छोटी दूरियों तक जाने के लिए साइकिल का उपयोग करना चाहिए।

हमने सीखा

1. ऊर्जा संरक्षण के नियम से ऊर्जा का रूपान्तरण एक रूप से दूसरे रूप में होता है।
2. ऊर्जा के कई रूप होते हैं।
3. ईंधन के जलने की प्रक्रम को दहन कहते है।
4. सोलर कुकर का तापमान दो से तीन घण्टे में ही लगभग 100°C से 140°C तक बढ़ जाता हे।
5. बायो गैस मेथेन, कार्बन डाईआक्साइड, हाइड्रोजन और हाइड्रोजन सल्फाइड का मिश्रण है। इसका मुख्य घटक मेथेन है।
6. नाभिकीय ऊर्जा को दो प्रकार की नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा प्राप्त किया जाता है1नाभिकीय संलयन एवं नाभिकीय विखण्डन
7. क्रेडा छत्तीसगढ़ राज्य अक्षय ऊर्जा विकास प्राधिकरण का संक्षिप्त रुप है यह छतीसगढ़ शासन के ऊर्जा विभाग का उपक्रम है।
8. सोलर सेल सौर ऊर्जा को सीधे ही विद्युत में परिवर्तन करता है।
9. पवन ऊर्जा का उपयोग यांत्रिक कार्य करने में या विद्युत उत्पादन में होता है।
10. जल ऊर्जा बहते हुए पानी से प्राप्त किया जाता है जिसका उपयोग जल विद्युत के उत्पादन में होता है।
11. गाय जैसे पशुओं के गोबर का सूक्ष्म जीवों द्वारा अपघटन से बायोगैस बनता है।
12. जीवाश्म ईंधन के अंतर्गत कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैसें आते हैं।

मुख्य शब्द (Keywords)

पनविजली ऊर्जा, ज्वारीय ऊर्जा, तरंग ऊर्जा, महासागरीय तापीय ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा, बायो गैस, नाभिकीय ऊर्जा, नाभिकीय संलयन, नाभिकीय विखण्डन, श्रृंखला अभिक्रिया, हाइड्रोजन बम, जीवाश्म ईंधन, क्रेडा

अभ्यास

1. सही विकल्प चुनिए:–

(i) जितने ऊर्जा स्रोत हम उपयोग में लाते हैं उनमें से अधिकांश सौर ऊर्जा को निरूपित करते हैं। निम्नलिखित में से कौन–सा ऊर्जा स्रोत अंततः सौर ऊर्जा से व्युत्पन्न नहीं है–

(अ) भूतापीय ऊर्जा (ब) पवन ऊर्जा

(स) नाभिकीय ऊर्जा (द) जैवमात्रा

(ii) बायो गैस निम्न गैसों का मिश्रण है–

(अ) नाइट्रोजन, हीलियम, हाइड्रोजन (ब) ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, हाइड्रोजन

(स) इथेन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन (द) मेथेन, कार्बनडाईऑक्साइड, हाइड्रोजन

(iii) नाभिकीय संलयन अभिक्रिया है–

(अ) दो हल्के नाभिकों का आपस में जुड़ना

(ब) एक भारी नाभिक का हल्के नाभिकों में टूटना

(स) उपर्युक्त दोनों (द) इनमें से कोई नहीं

(iv) जीवाश्म ईंधन हैं–

(अ) कोयला,पेट्रोलियम,प्राकृतिक गैस

(ब) बायो गैस, तरंग ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा

(स) ज्वारीय ऊर्जा,पनविजली ऊर्जा

(द) पवन ऊर्जा,महासागरीय तापीय ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा

(v) सौर सेल एक ऐसी युक्ति है जो–

(अ) विद्युत ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में

(ब) सौर ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा में

(स) सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में

(द) सौर ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा में परिवर्तित करती है।

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए:–

1. गर्म जल प्राप्त करने के लिए हम सौर जल तापक का उपयोग ..... वाले दिन नहीं कर सकते।

2. टॉर्च का जलना रासायनिक ऊर्जा का ..... ऊर्जा में रूपानतरण है।

3. समुद्रों से उत्पन्न होने वाली ऊर्जा है। (1)..... (2) ..... (3) .....

4. सोलर कुकर .....ऊर्जा को .....ऊर्जा में रूपान्तरित करता है।

3. नामांकित रेखाचित्र की सहायता से सौर कुकर की क्रियाविधि समझाइए?

4. समझाइए क्यों :

(1) सौर कुकर बक्से को भीतर से काला रंग देते हैं।

(2) सौर कुकर के बक्से को काँच की शीट से ढकते हैं।

(3) सौर कुकर बक्से में समतल दर्पण परावर्तक उपयोग किया जाता है।

5. युक्ति का नाम बताइए जो सूर्य के प्रकाश को बिजली में परिवर्तित करता है।

6. मवेशी गोबर के अतिरिक्त बायो गैस सयंत्र में कौन से अन्य पदार्थों को डाला जा सकता है।

7. नाभिकीय संलयन और नाभिकीय विखण्डन के बीच विभेद कीजिए?

8. ऊर्जा स्रोतों का वर्गीकरण परंपरागत तथा वैकल्पिक वर्गों में किस आधार पर करेंगे?

9. ऐसे दो ऊर्जा स्रोतों के नाम लिखिए जिन्हें आप नवीकरणीय मानते हैं। अपने चयन के लिए तर्क दीजिए।

10. सौर ऊर्जा उपयोग के लाभ लिखिए।

11. पवन ऊर्जा की सीमाएँ लिखिए।

12. ऊर्जा रुपांतरण से आप क्या समझते हैं?

प्रायोगिक परीक्षा योजना

(कक्षा–10)

समय : 3 घंटे **पूर्णांक : 25**

1.	कोई तीन प्रयोग	15 अंक (5 + 5 + 5)
	(जीव विज्ञान, रसायन विज्ञान, भौतिक विज्ञान से एक–एक प्रयोग अनिवार्य)	
2.	प्रयोग से संबंधित मौखिक प्रश्न	02 अंक
3.	प्रायोगिक रिकॉर्ड	03 अंक
4.	प्रायोजना (सत्र में किए गए कार्य)	05 अंक
	योग	25 अंक

जीव विज्ञान के प्रायोगिक अंकों का विभाजन

1.	आवश्यक सामग्री	01 अंक
2.	विधि, नामांकित चित्र	02 अंक
3.	प्रस्तुतीकरण	01 अंक
4.	परिणाम, सावधानियाँ	01 अंक
	योग	05 अंक

भौतिक एवं रसायन विज्ञान के प्रायोगिक अंकों का विभाजन

1.	आवश्यक सामग्री	01 अंक
2.	सिद्धांत एवं सूत्र, नामांकित चित्र	01 अंक
3.	अवलोकन, गणना	02 अंक
4.	परिणाम, सावधानियाँ	01 अंक
	योग	05 अंक

प्रायोगिक कार्य

जीव विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	साँस से निकलने वाली हवा और वातावरणीय हवा में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा का तुलनात्मक अध्ययन।
2.	मुख की लार द्वारा मंड (स्टार्च) पर होने वाली क्रिया का परीक्षण करना।
3.	प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में निकलने वाली गैस की पहचान करना।
4.	दिए गए पुष्प में नर तथा मादा जनन अंगों का अध्ययन करना।

रसायन विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	उदासीनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।
2.	लोहे पर नमी तथा वायु के प्रभाव का अध्ययन करना।
3.	दिए गए रसायनों के नमूनों से धोने का सोडा या खाने का सोडा की पहचान करना।
4.	ऐल्कोहॉल और ऐल्केनॉइक अम्ल के मध्य एस्टरीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

भौतिक विज्ञान

क्र.	शीर्षक
1.	प्रयोग द्वारा सेल्सियस एवं फैरनहाइट तापक्रमों का तुलनात्मक अध्ययन करना एवं संबंधित परिवर्तन सूत्र की सत्यता स्थापित करना।
2.	ओम के नियम का सत्यापन करना।
3.	समतल दर्पण की सहायता से परावर्तन के नियम का सत्यापन करना।
4.	कांच के आयताकार गुटके का अपर्वतनांक ज्ञात करना (अथवा) अपवर्तन के नियमों का सत्यापन करना।
5.	एक पिन विधि द्वारा अवतल दर्पण दूरी ज्ञात करना।
6.	आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर बल रेखायें खींचना (N→N)।
7.	एक आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर बल रेखाएं खींचता और उदासीन बिन्दु ज्ञात करना (N→S)।

प्रायोगिक कार्य

जीव विज्ञान

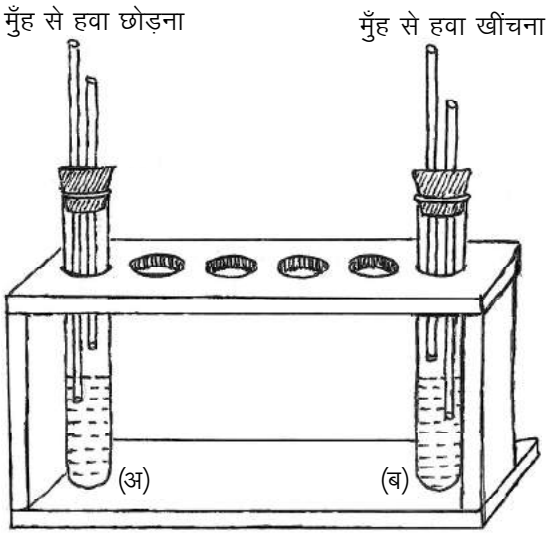
प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन)

उद्देश्य : साँस से निकलने वाली हवा और वातावरणीय हवा में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा का तुलनात्मक अध्ययन।

आवश्यक सामग्री : दो काँच की परखनलियाँ, चूने का पानी, स्ट्रॉ/खाली रिफिल (आगे का हिस्सा कटा हुआ)/दो काँच की नली, दो छेदी रबर की कॉर्क, परखनली स्टैण्ड, घड़ी। चित्र अनुसार सेट को जमा लें।

विधि :

1. दो परखनलियाँ लें और अ तथा ब नाम दें।
2. दोनों परखनली में ताजा तैयार किया हुआ चूने का पानी डालें।
3. अब परखनली अ में स्ट्रॉ की सहायता से मुँह द्वारा हवा छोड़ें।
4. परखनली ब में मुँह से हवा खीचें।



उपरोक्त दोनों ही परिस्थितियों में चूने का पानी दूधिया हो जाता है। परखनली अ और ब में चूने का पानी दूधिया होने में लगे समय को नोट करें।

हम देखेंगे कि परखनली अ के चूने का पानी परखनली ब की तुलना में कम समय में दूधिया होता है। निश्चित परखनली अ में मुँह से छोड़ी गई साँस में CO_2 की मात्रा परखनली ब में छोड़ी गई हवा से अधिक होने पर ही ऐसा संभव हुआ।

परिणाम : निःश्वसन में CO_2 की मात्रा हवा में पाई जाने वाली CO_2 से अधिक है।

सावधानियाँ :

1. पानी में स्ट्रॉ पूरी तरह डूबी रहनी चाहिए।
2. परखनली उपयोग में लाने के पूर्व साफ पानी से धो लेना चाहिए।

निर्देश : चूने के पानी को पूर्व में तैयार कर लें।

प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन)

उद्देश्य : मुख की लार द्वारा मंड (स्टार्च) पर होने वाली क्रिया का परीक्षण करना।

आवश्यक सामग्री : एक बीकर, दो परखनलियाँ, छोटे चाय वाले चम्मच में आधा चम्मच गेहूँ का आटा, पानी, ड्रॉपर और आयोडीन का घोल।

विधि : आधा बीकर पानी लेकर उसमें आधा चम्मच आटा डालकर अच्छी तरह घोलें। अब इस बात की जाँच कर लें कि घोल आयोडीन के साथ नीला या काला रंग देता है। अब दो साफ परखनलियाँ लेकर उन्हें क और ख नाम दें। प्रत्येक परखनली में आटे के घोल की 20–25 बूँदें डालें। अब क परखनली को मुँह के पास लाकर उसमें थोड़ी सी लार (थूक) डालें। परखनली में लगभग उतनी ही लार डालें जितना की आटे का घोल आपने परखनली में लिया है। लार डालकर 'क' परखनली को अच्छी तरह से हिलाएँ। 'ख' परखनली में लार नहीं डालना है। अब एक घंटे के लिए दोनों परखनलियों को रख दें। एक घंटे के बाद दोनों परखनलियों में आयोडीन की दो–दो बूँदें डालें और परखनलियों में हुए परिवर्तन का अवलोकन करें।

प्रश्न :
1. परखनली 'क' और 'ख' में से किस परखनली का घोल आयोडीन डालने पर नीला या काला हो गया। क्यों?
2. आपने देखा 'क' परखनली का घोल आयोडीन के साथ नीला/काला रंग नहीं देता है। आपको क्या लगता है, ऐसा क्यों हुआ होगा?
3. यह लार की मंड पर क्रिया के बारे में क्या दर्शाता है?

सावधानियाँ :
1. दोनों परखनलियों में आटे के घोल की बूँदें समान मात्रा में होनी चाहिए।
2. लार की मात्रा परखनली में उपस्थित घोल की मात्रा के बराबर ही डालें।
3. परखनलियों का अवलोकन एक घंटे के बाद ही करेंगे।

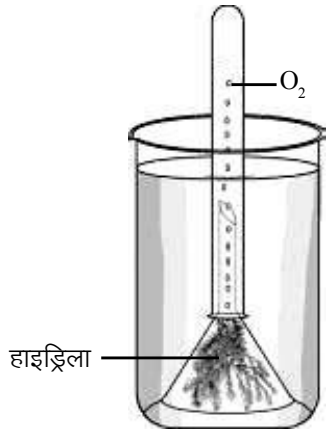
प्रश्न :
1. परखनली 'क' में लार डालने से क्या परिवर्तन हुआ?
2. दोनों परखनलियों 'क' एवं 'ख' में आयोडीन की दो–दो बूंदें डालने पर क्या हुआ?

प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन)

उद्देश्य : प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में निकलने वाली गैस की पहचान करना।

आवश्यक सामग्री : दो बीकर, दो कीप, दो परखनलियाँ, हाइड्रिला (चीला) का पौधा, काला कागज या काला कपड़ा और एक बालटी पानी, अगरबत्ती, माचिस।

विधि : चित्र में दिखाए अनुसार उपकरणों को जमा लें। उपकरण सेट पानी से भरी बाल्टी में रखकर जमाएँ। ध्यान रहे कि परखनली में भी पूरी तरह से पानी भरा हो। चित्र अनुसार दो सेट जमाएँ। एक सेट को धूप में रखें, दूसरे सेट को काले कागज या कपड़े से ढक कर छाँव में रखें। दोनों उपकरणों को 3–4 घंटों के लिए ऐसे ही रखें। समय–समय



पर इसका अवलोकन करते रहें। धूप में रखे उपकरण में आपको बुलबुले उठते हुए दिखाई पड़ेंगे। इस उपकरण में ढकी परखनली में जब आधी परखनली भर गैस इकट्ठी हो जाए तब पूरे उपकरण को पानी से भरी हुई बालटी में रखें। अब परखनली को कीप के ऊपर से हटाते हुए उसके मुँह को तुरन्त अँगूठे से ढक दें। जिससे परखनली में इकट्ठी हुई गैस बाहर न निकल सके। अब परखनली को सीधा करते हुए सावधानी से अँगूठा हटाएँ और सुलगती हुई अगरबत्ती परखनली के मुँह के पास लाएँ और अवलोकन करें।

अवलोकन :
- क्या अगरबत्ती तेजी से जल उठी?
- यदि हाँ तो परखनली में कौन सी गैस इकट्ठी हुई?
- दोनों में से किस उपकरण में ज्यादा गैस इकट्ठी हुई?

परिणाम : परखनली में एकत्रित गैस ऑक्सीजन है। यह हाइड्रिला के पौधे में सम्पन्न प्रकाश संश्लेषण की क्रिया के द्वारा निकलती है।

सावधानियाँ :
1. उपकरण के दूसरे सेट में काला कागज या काला कपड़ा इस प्रकार ढकें कि सेट पर प्रकाश न पड़े।
2. परखनली में एकत्रित गैस का परीक्षण सावधानी से करें।

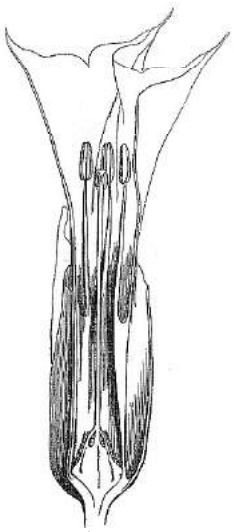
प्रायोगिक कार्य (जैविक प्रक्रियाएँ: प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन)

उद्देश्य : दिए गए पुष्प में नर तथा मादा जनन अंगों का अध्ययन करना।

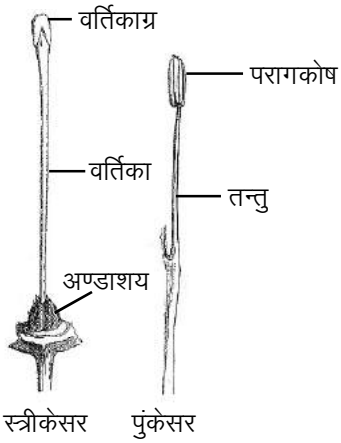
आवश्यक सामग्री : पुष्प (गुड़हल/धतूरा/रेल्वेक्रीपर), स्लाइड, ब्रश, चिमटी, नीडल, पेट्रीडिश/वॉच ग्लास, कवरस्लिप, सेफ्रेनिन, सूक्ष्मदर्शी (Dissecting microscope), ग्लिसरीन।

विधि : चुने हुए पुष्प को लेकर उसके विभिन्न अंगों का अवलोकन करें। सबसे पहले चिमटी की

धतुरा का फूल



फूल में नर व मादा जननांग



सहायता से नर तथा मादा जनन अंगों को अलग करेंगे।

अवलोकन : पुष्प के जनन अंग क्रमानुसार ऐसे दिखते हैं।

(i) पुमंग– पुंकेसर के समूह को पुमंग कहते हैं। इसमें परागकोष और तंतु योजी द्वारा जुड़ा हुआ दिखता है। ये पुष्प का नर जनन अंग है। परागकोष के अन्दर परागकण होते हैं जो नर प्रजनन इकाई है।

(ii) जायांग– स्त्रीकेसर के समूह को जायांग कहते हैं। यह पुष्प का मादा जनन अंग है, इसमें अण्डाशय, वर्तिका, वर्तिकाग्र दिखाई देते हैं। वर्तिकाग्र स्त्रीकेसर का शीर्ष भाग है। वर्तिका अण्डाशय व वर्तिकाग्र को जोड़ने वाला भाग है।

अण्डाशय : स्त्रीकेसर के नीचे का फूला हुआ भाग जिसके आड़ी व खड़ी काट को सेफ्रेनिन में रंजित करके साफ पानी से धोएँ व स्लाइड में रखकर सूक्ष्मदर्शी से अवलोकन करें। अपने अवलोकनों को अपनी कॉपी में दर्ज करें।

सावधानियाँ :
1. आड़ी व खड़ी काट काटते समय ब्लेड को सावधानीपूर्वक इस्तेमाल करें।
2. सेफ्रेनिन डालने के थोड़ी देर बाद काट (सेक्शन) को साफ पानी से धो लें।

XTHKH1

रसायन विज्ञान

प्रायोगिक कार्य (अम्ल, क्षारक एवं लवण)

उद्देश्य : उदासीनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : परखनलियाँ, एक परखनली स्टैण्ड, ड्रॉपर, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड और फीनॉलफ्थेलिन।

सिद्धान्त : अम्ल और क्षार आपस में अभिक्रिया करके लवण और पानी बनाते हैं इसे उदासीनीकरण अभिक्रिया कहते हैं।

अम्ल + क्षार ⟶ लवण + जल

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

जब अम्ल के सारे अणु क्षार के साथ अभिक्रिया कर लेते हैं तब विलयन उदासीन हो जाता है। उदासीन बिंदु की पहचान के लिए सूचक का उपयोग किया जाता है। इस प्रयोग में फीनॉलफ्थेलिन का उपयोग यदि सूचक के रूप में किया जाता है तो अम्लीय माध्यम में रंगहीन और क्षारीय माध्यम में गुलाबी रंग प्राप्त होता है।

विधि : एक परखनली में 20 बूँदें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की लेकर 1–2 बूँद फीनॉलफ्थेलिन डालिए। परखनली को हिलाते हुए उसमें ड्रॉपर की सहायता से बूँद–बूँद कर तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन तब तक डालें जब तक विलयन का रंग हल्का गुलाबी

नोट : प्रायोगिक कार्य की सूची में दिए गए अन्य प्रयोग अध्यायों में हैं। शिक्षक सूची में से कोई चार प्रयोग अवश्य करवाएँ।

न हो जाए। तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की डाली गई बूँदों की गणना कर अवलोकन सारणी में नोट कीजिए। यह क्रिया दो बार और दोहराएँ।

अवलोकन सारणी

क्र.	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की ली गई बूँदों की संख्या	उदासीनीकरण हेतु उपयोग की गई तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड की बूँदें
1.	20 बूँदें	.....
2.	20 बूँदें	.....
3.	20 बूँदें	.....

निष्कर्ष : तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की 20 बूँदों को उदासीन करने के लिए तनु सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की ..... बूँदें लगीं।

सावधानियाँ :
1. परखनलियाँ साफ तथा स्वच्छ होनी चाहिए।
2. सभी विलयन आसुत जल में बनाए जाएं।
3. प्रत्येक बार उपयोग में लाने के बाद ड्रॉपर को पानी से साफ करें।

प्रायोगिक कार्य (धातु एवं धातुकर्म)

उद्देश्य : लोहे पर नमी तथा वायु के प्रभाव का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : 3 परखनलियाँ, आलपिन, रुई, 3 गुब्बारे, परखनली स्टैण्ड।

सिद्धान्त : लोहे में जंग लगने की प्रक्रिया में नमी तथा ऑक्सीजन जैसे कुछ महत्वपूर्ण कारकों की उपस्थिति आवश्यक है। इस प्रक्रिया में लोहे की सतह एक विद्युत रासायनिक सेल की तरह व्यवहार करती है। इस सेल में लोहे का एक हिस्सा ऐनोड तथा दूसरा हिस्सा कैथोड की तरह कार्य करता है। नमी जिसमें ऑक्सीजन, कार्बन डाइऑक्साइड विलेय है, विद्युत अपघट्य की तरह कार्य करती है। लोहे में जंग लगने की विद्युत रासायनिक अभिक्रियाओं को इस प्रकार दर्शाया जाता है–

ऐनोड पर– Fe, Fe^{2+} आयनों के रूप में विलयन में चला जाता है–

$$Fe(s) \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$$

कैथोड पर– ऑक्सीजन की उपस्थिति में ये इलेक्ट्रॉन जल के अणुओं द्वारा ले लिए जाते हैं तथा OH^- आयन बनाते हैं–

$$2H_2O + O_2 + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$$

ऐनोड पर बने Fe^{2+} आयन OH^- आयनों से क्रिया करके $Fe(OH)_2(s)$ बनाते हैं। यह आयरन हाइड्रॉक्साइड वायुमण्डल की ऑक्सीजन द्वारा नमी की उपस्थिति में हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड बनाता है–

$$2Fe(OH)_2 + \tfrac{1}{2} O_2(aq) + H_2O \longrightarrow Fe_2O_3.xH_2O(s)$$

यही हाइड्रेटेड आयरन ऑक्साइड जंग (rust) है।

प्रयोग विधि : तीन परखनलियाँ लेकर उन्हें क्रमशः 'क', 'ख' तथा 'ग' नामांकित करें। प्रत्येक परखनली में तीन–चार आलपिन डालें। परखनली 'क' में इतना पानी डालें कि आलपिन डूब जाएं। परखनली 'ख' में रुई गीली कर नीचे तक फँसा दें तथा परखनली 'ग' में रखे आलपिन को ऐसे ही रहने दें। अब तीनों परखनलियों के मुँह पर गुब्बारा फँसा कर वायुरोधी कर दें। तीनों परखनलियों को धूप में रख दें तथा 3–4 घंटे बाद अवलोकन करें।

अवलोकन तालिका

क्र.	परखनली	पूर्व स्थिति का अवलोकन	3–4 घंटे बाद की स्थिति का अवलोकन	निष्कर्ष
1	परखनली 'क'	पानी में डूबी आलपिन		
2	परखनली 'ख'	आलपिन तथा गीली रुई		
3	परखनली 'ग'	आलपिन तथा हवा		

निष्कर्ष : लोहे में जंग लगने हेतु आवश्यक परिस्थितियाँ ..... तथा ..... हैं।

सावधानियाँ :

1. इस प्रयोग को गर्मी या सर्दी के मौसम में किया जाना चाहिए, वर्षा ऋतु में अधिक नमी के कारण सही परिणाम प्राप्त नहीं होते हैं।
2. आलपिन पूर्णतः साफ होना चाहिए, पूर्व में जंग लगा हो तो रेगमाल पत्र से साफ कर उसे उपयोग में लाना चाहिए।
3. सूखी परखनली में नमी की थोड़ी भी मात्रा न हो इसका ध्यान रखना चाहिए।
4. गुब्बारों को सही तरह से कसकर परखनली के मुँह पर लगाना चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (दैनिक जीवन में रसायन)

उद्देश्य : दिए गए रसायनों के नमूनों से धोने का सोडा या खाने का सोडा की पहचान करना।

आवश्यक सामग्री : सोडियम कार्बोनेट (धावन सोडा) या सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट (खाने का सोडा), अमोनियम क्लोराइड, सोडियम क्लोराइड, लाल लिटमस पेपर, चूने का पानी (ताजा बना), तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, चार परखनलियाँ, एक क्वथन नली, परखनली स्टैण्ड, एक निकास नली और एक काँच की छड़।

सिद्धांत : धावन सोडा ($Na_2CO_3.10H_2O$) और खाने का सोडा ($NaHCO_3$) सफेद ठोस पदार्थ हैं। इनके जलीय विलयन क्षारीय होते हैं और लाल लिटमस को नीला कर देते हैं। कार्बोनेट और हाइड्रोजनकार्बोनेट तनु अम्लों से अभिक्रिया कर कार्बन डाइऑक्साइड गैस उत्पन्न करते हैं, जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है।

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

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

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$$

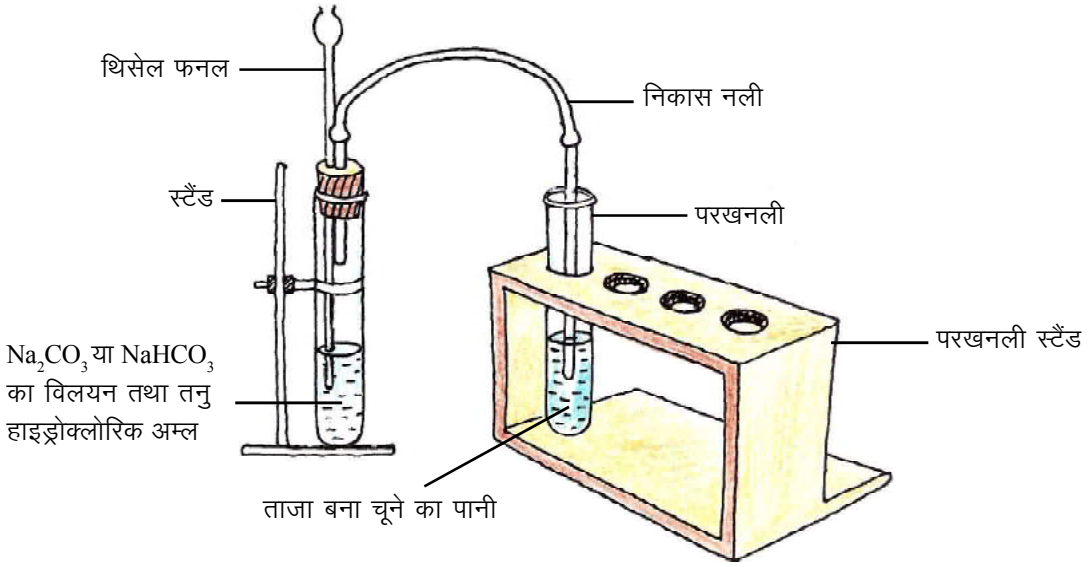
चूने का पानी *दूधिया*

चूने के पानी में CO_2 की अधिक मात्रा प्रवाहित करने पर कैल्सियम हाइड्रोजनकार्बोनेट बनता है। यह जल में विलेय होता है और रंगहीन विलयन बनाता है।

$$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \longrightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$$

विधि :

1. दिए गए तीन नमूनों से प्रत्येक का चुटकी भर पदार्थ तीन अलग–अलग परखनलियों में लें और उन्हें 'क', 'ख' तथा 'ग' चिह्नित करें।
2. प्रत्येक परखनली में लगभग 5 mL आसुत जल मिलाएँ। परखनलियों के पदार्थ को धीरे–धीरे हिलाएँ।
3. एक काँच की छड़ की सहायता से प्रत्येक लवण के विलयन की एक बूँद पृथक–पृथक लाल लिटमस पत्र पर डालें (एक नमूने हेतु उपयोग में ली गयी काँच की छड़ को दूसरे नमूने हेतु उपयोग में लाने से पहले धोकर साफ कर लें)। लिटमस पत्र के रंग में होने वाले परिवर्तन को नोट करें।
4. प्रत्येक परखनली में 1mL तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाएँ, क्या आपने किसी परखनली में बुदबुदाहट देखी। यदि हाँ, तब निम्नानुसार चूने के पानी से परीक्षण करें।
5. चूने के पानी से परीक्षण हेतु, परखनली के विलयन को क्वथन नली या किसी अन्य उपकरण में लें और उपकरणों को चित्र–1 के अनुसार व्यवस्थित करें।
6. थिसेल फनल द्वारा बूँद–बूँद कर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन में डालें।
7. निकलने वाली गैस को परखनली में लिए गए ताजे बने चूने के पानी में प्रवाहित करें। क्या चूने का पानी दूधिया हो जाता है? यदि हाँ तो यह CO_2 गैस की उपस्थिति दर्शाता है।
8. चूने के पानी में गैस को प्रवाहित करना जारी रखें। क्या वह फिर से रंगहीन हो जाता है? यदि हाँ, तो यह पुनः पुष्टि करता है कि निकलने वाली गैस CO_2 है।



चित्र–1 : चूने के पानी द्वारा CO_2 की पहचान

अवलोकन तालिका

क्र.	पदार्थ का विलयन	लाल लिटमस का रंग नीला हो जाता है या कोई परिवर्तन नहीं होता	तनु HCl अम्ल की क्रिया से बुदबुदाहट के साथ गैस निकली या नहीं	चूने का पानी दूधिया होता है या नहीं
1.	क			
2.	ख			
3.	ग			

निष्कर्ष : परीक्षण के लिये दिए गए नमूनों में धावन सोडा/खाने के सोडे की पहचान लिटमस पेपर और चूने के पानी के साथ प्राप्त अवलोकनों के आधार पर की गई।

परखनली ..... का नमूना धावन सोडा/खाने का सोडा है।

सावधानियाँ :

1. लवण के विलयन में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बूँद–बूँद कर मिलाएँ अन्यथा तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ एक तीव्र अभिक्रिया हो सकती है और अभिक्रिया मिश्रण, अभिक्रिया नली से निकल कर चूने के पानी में जा सकता है।
2. हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और धावन सोडा का प्रयोग करते समय यह ध्यान रखें कि ये पदार्थ आपकी त्वचा को स्पर्श न करें। ये पदार्थ त्वचा को नुकसान पहुँचा सकते हैं।
3. CO_2 के परीक्षण हेतु ताज़ा बना चूने का पानी ही उपयोग में लाएं ।

प्रायोगिक कार्य (हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न)

उद्देश्य : ऐल्कोहॉल और ऐल्केनॉइक अम्ल के मध्य एस्टरीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : 5 mL एथेनॉइक अम्ल, 5 mL एथनॉल, सांद्र H_2SO_4 की कुछ बूँदें, आसुत जल, 1 g सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट, तापमापी (–10°C से 110°C), परखनली, मापन सिलिण्डर (10 mL), 250 mL बीकर, बर्नर, त्रिपाद स्टैण्ड तथा तार की जाली।

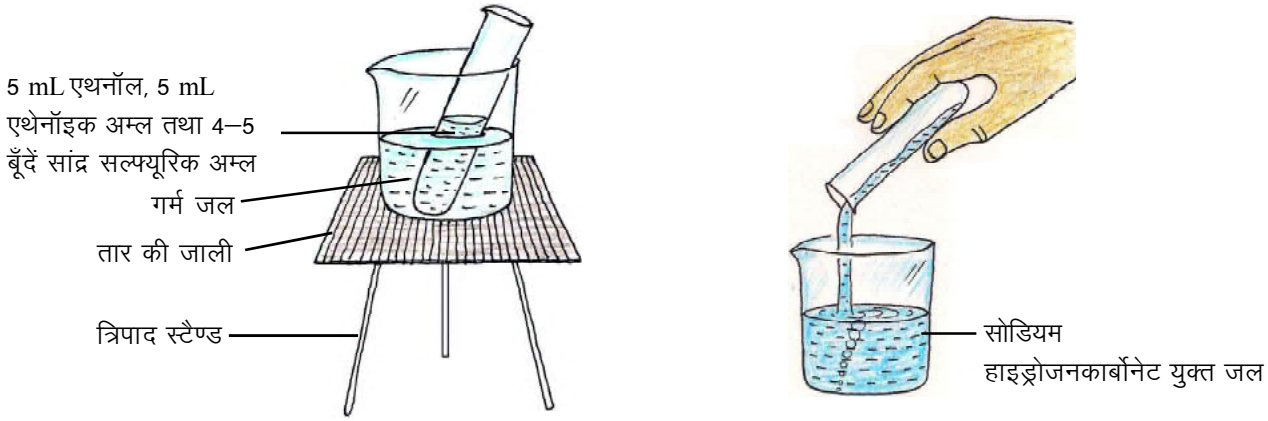
सिद्धान्त : सान्द्र सल्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में ऐल्केनॉइक अम्ल ऐल्कोहॉल के साथ गर्म करने पर अभिक्रिया कर एस्टर और जल बनाते हैं, यह क्रिया एस्टरीकरण कहलाती है। उदाहरणार्थ जब ऐथेनॉइक अम्ल की एथनॉल के साथ अभिक्रिया होती है तो एथिल एथेनॉएट (एस्टर) तथा जल बनता है। एस्टर की फलों जैसी गंध होती है जो ऐल्केनॉइक अम्ल और ऐल्कोहॉल की गंधों से भिन्न होती है।

$$\underset{\textit{एथेनॉइक अम्ल}}{CH_3COOH} + \underset{\textit{एथनॉल}}{CH_3CH_2OH} \xrightarrow[\text{गर्म करने पर}]{\text{सांद्र } H_2SO_4} \underset{\textit{एथिल एथेनॉएट}}{CH_3COOCH_2CH_3} + H_2O$$

विधि :

1. एक स्वच्छ परखनली में 5 mL एथेनॉइक अम्ल लीजिए। इसमें चार–पांच बूँदें सांद्र H_2SO_4 की डालें।
2. इसमें लगभग 5 mL एथनॉल मिलाइए।
3. एक बीकर में 150 mL जल लेकर उसे लगभग 60°C तक गर्म कीजिए। अब स्पिरिट लैंप हटा लीजिए।

4. परखनली को 5 मिनट तक गर्म जल में रखिए। अभिक्रिया मिश्रण भी गर्म हो जाएगा। यह विधि जल ऊष्मक (water bath) पर गर्म करना कहलाती है (चित्र–2)।
5. थोड़ी–थोड़ी देर के बाद अभिक्रिया मिश्रण को हिलाइए।
6. इस अभिक्रिया मिश्रण को उस बीकर में उड़ेलिए जिसमें सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट का जलीय विलयन है। ऐसा करने से अभिक्रिया मिश्रण में बिना अभिक्रिया किया हुआ एथेनॉइक अम्ल सोडियम हाइड्रोजनकार्बोनेट से क्रिया करेगा। क्या आपको बुदबुदाहट दिखाई दी?
7. एथेनॉइक अम्ल, एथनॉल और एस्टर की गंधों में अंतर को अनुभव कीजिए।



चित्र–2 : एथेनॉइक अम्ल तथा एथनॉल से एस्टर का बनना

निष्कर्ष : एथेनॉइक अम्ल, एथनॉल और एस्टर की गंधों में अंतर के विषय में लिखिए।

जब एल्केनॉइक अम्ल का –OH समूह, –OR (यहां R ऐल्किल समूह को दर्शाता है) द्वारा प्रतिस्थापित होता है तो एस्टर बनते हैं। इस अभिक्रिया में सांद्र H_2SO_4 निर्जलीकारक के रूप में प्रयोग किया जाता है।

सावधानियाँ :

1. सांद्र सल्यूरिक अम्ल का प्रयोग करते समय सावधानी बरतें।
2. कार्बनिक यौगिक अति वाष्पशील होते हैं और एल्कोहॉल जैसे दहनशील मिश्रण को गर्म करने के लिए सदैव जल ऊष्मक (water bath) का प्रयोग करें। स्पिरिट लैंप पर कभी भी सीधे गर्म न करें।

भौतिक विज्ञान

प्रायोगिक कार्य में प्रयोग में आने वाले कुछ उपकरण

1. *डॉक्टरी थर्मामीटर* (Clinical Thermometer)

जिस तापमापी (Thermometer) का प्रयोग डॉक्टर रोगी के शरीर का ताप ज्ञात करने के लिए करते हैं उसे डाक्टरी तापमापी (Clinical Thermometer) कहते हैं।

संरचना– यह छोटे आकार का तापमापी होता है। चित्रानुसार बेलनाकार बल्ब में पारा भरा होता है। केशनली में बल्ब के थोड़ा ऊपर पतली मुड़ी हुई घुण्डी होती है। इस घुण्डी के कारण केशनली में ऊपर चढ़ा हुआ पारा अपने आप वापस नहीं आता है। केशनली पर 95°F से 110°F तक चिह्न अंकित होता है। चूंकि मानव शरीर का ताप 95°F से 110°F के अंदर ही रहता है इसलिए यह तापमापी इन्हीं सीमाओं के अंदर ताप मापने के लिए बनाया जाता है। इसके पैमाने पर 98.4°F पर लाल तीर का चिह्न लगा होता है। 98.4°F स्वस्थ व्यक्ति के शरीर का ताप माना गया है।

कार्यप्रणाली– रोगी के शरीर का ताप मापने के लिए तापमापी को जल से धोकर तथा झटका देकर केशनली के पारे को घुण्डी के नीचे बल्ब में ले आते है। इसके पश्चात रोगी के शरीर से संपर्क करने पर पारा केशनली में घुण्डी के ऊपर चढ़ने लगता है। पारे का चढ़ना जब स्थिर हो जाए तो इसका पाठन कर लिया जाता है। पुनः प्रयोग में पूर्ववत् प्रक्रिया दोहराई जाती है। मुड़ी हुई घुण्डी के कारण पारा अपने आप बल्ब में वापस नहीं आ पाता है। पाठन थर्मामीटर को ऊर्ध्वाधर रख नेत्र को पाठ्यांक के ठीक सीध में रखना चाहिए।

तापमापी में पारे के उपयोग का कारण

1. पारे का प्रसार ताप बढ़ने पर समान रूप से होता हैं।
2. यह काँच की नली के दीवारों से नहीं चिपकता है।
3. पारे की विशिष्ट ऊष्मा बहुत कम होती है। अतः यह ताप वृद्धि के लिए नगण्य ऊष्मा लेती है।
4. इसका हिमांक– 39°C तथा क्वथनांक 357°C होता है अतः इससे परास तक ताप नापा जा सकता है।
5. पारे का आयतन प्रसार एक समान होता है। अतः पारे के तापमापी का अंशांकन सुविधाजनक होता है।
6. पारा चमकदार द्रव होने के कारण पाठ आसानी से पढ़ा जा सकता है।
7. पारे का वाष्प दाब बहुत कम होता है। अतः पाठ में अशुद्धि नगण्य होती है। पारा शुद्ध अवस्था में मिल जाता है।

आजकल डॉक्टरों द्वारा डिजिटल थर्मामीटर का प्रयोग किया जाता है जो इलेकट्रोनिक प्रणाली पर आधारित होते हैं। इसके बारे में आप आगे की कक्षाओं में पढ़ेंगे।

2. *मल्टीमीटर द्वारा मापन*

आपने इलेक्ट्रॉनिक्स के लगभग हर तकनीशियन के पास इस उपकरण को देखा होगा। इस एक उपकरण में अमीटर, वोल्टमीटर और ओममीटर तीनों ही समाहित होते हैं। अर्थात् मल्टीमीटर के ज़रिए आप न केवल दिष्टधारा (डी.सी.) अपितु विभव (ए.सी. और डी.सी. दोनों) और प्रतिरोध भी नाप सकते हैं। इसमें एक लाल और एक काले रंग की दो सुईयाँ (प्रोब) होती हैं जिनके ज़रिए मल्टीमीटर को परिपथ से जोड़ा जाता है।

मल्टीमीटर को परिपथ से जोड़ने का तरीका इस बात पर निर्भर करता है कि उसको किस मात्रा के मापन के लिए उपयोग में लाया जा रहा है। मल्टीमीटर के ज़रिए अगर परिपथ में बहने वाली धारा को मापना है तो मल्टीमीटर को परिपथ में अमीटर की ही तरह श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है। विभव मापना हो तो वोल्टमीटर की तरह समान्तर क्रम में जोड़ा जाता है।

वोल्टमीटर और अमीटर के दो सिरे होते हैं– एक लाल रंग का (धन ध्रुव) और दूसरा काले रंग का (ऋण ध्रुव)– जिनके द्वारा उपकरण को परिपथ से जोड़ा जाता है। इसी तरह के दो सिरे मल्टीमीटर में भी होते हैं। ऋण ध्रुव वाले सिरे को कॉमन पॉइन्ट कहते हैं। ऋण ध्रुव वाली (काले रंग की) सुई हमेशा 'कॉमन पॉइन्ट' में ही फिट की जाती है। धन ध्रुव वाली सुई (लाल रंग की) कहाँ फिट की जाए, यह इस बात पर निर्भर करता है कि आपको नापना क्या है।

(अ) विद्युत धारा मापन

मल्टीमीटर में किसी भी मात्रा के मापन के लिए एक से ज्यादा परास (रेंज) उपलब्ध होती है। चित्र में दर्शाए गए मल्टीमीटरों में दिष्टधारा को मापने के लिए परास उपलब्ध हैं: 2000 m, 20 m, 200 m, 10A किसी एक रेंज को चुनकर आप मल्टीमीटर का एक स्केल (पैमाना) तय कर देते हैं। यानी जो रेंज आप चुनेंगे, मल्टीमीटर उस रेंज की लघुत्तम और महत्तम सीमा के बीच की कोई मात्रा का मापन करने में ही सक्षम होगा।

अगर हमें ज़रा–सा भी अंदाज़ा नहीं है कि परिपथ में बहने वाला करंट लगभग कितना होगा, तो शुरूआत में सबसे बड़ी रेंज को लेकर ही मापन करें। अगर करंट का मान काफी कम है और बड़ी रेंज के कारण मल्टीमीटर उसका सटीक मापन नहीं कर पा रहा है, तो आप मल्टीमीटर को उससे छोटी रेंज दे सकते हैं।

(ब) विद्युत विभव (वोल्टेज) मापन

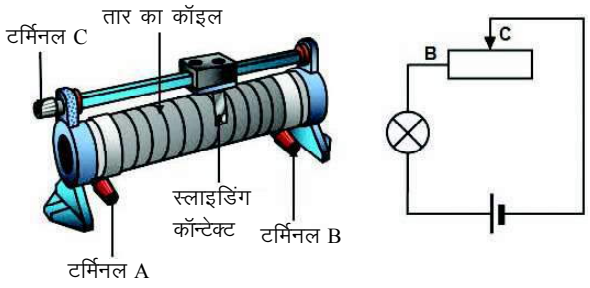
मल्टीमीटर ए.सी. और डी.सी. दोनों तरह के वोल्टेजों का मापन करने में सक्षम होता है। चित्र में दर्शाए गए मल्टीमीटर में डी.सी. वोल्टेज मापन के लिए परास (रेंज) उपलब्ध हैं: 1000 V, 200 V, 20 V, 2000 mv, 200 m वोल्ट और ए.सी. वोल्टेज मापन के लिए परास उपलब्ध है। यह परास हैं: 750 V, 200V

(स) प्रतिरोध मापन

चित्र में दर्शाए मल्टीमीटर में रेंज की सुविधा है : 2000 K, 200 K, 20 K, 2000 Ω, 200 Ω

3. *धारा नियंत्रक* (Rheostat)

इसे विद्युत के कुचालक पदार्थ जैसे चीनी मिट्टी के एक बेलनाकार खोखले बेलन पर उच्च विशिष्ट प्रतिरोध का तार जैसे मैंगनीन/कान्सटेटाइन के तार द्वारा चित्र में दिखाये अनुसार लपेटकर इसे बनाया जाता हैं, तार के दोनों सिरे टर्मिनल A व B संबंधित होते हैं।



इसमें धातु की एक छड़ होती हैं जिस पर धातु का ही चलनशील गुटका लगा रहता है। इस उपकरण द्वारा परिपथ में धारा का मान बदला जाता हैं। इसमें सम्पूर्ण प्रतिरोध का मान तथा प्रवाहित हो सकने वाली अधिकतम धारा का मान अंकित रहता हैं।

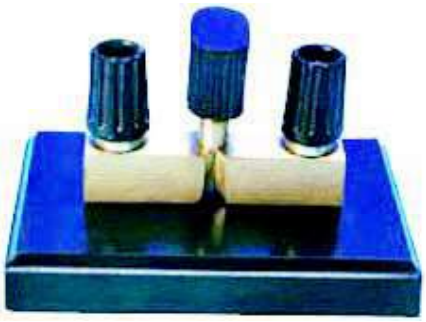
4. *प्रतिरोध बॉक्स* (Resistance Box)

इसमें अबोनाइट की प्लेट पर दो कतारों में पीतल के गुटके लगे रहते हैं। प्रत्येक दो गुटकों के मध्य रिक्त

स्थान होता हैं। प्रथम और अंतिम गुटके पर एक–एक संयोजक पेंच लगा रहता है। गुटके के नीचे विभिन्न मानों के प्रामाणिक प्रतिरोध जुड़े रहते हैं।

प्रामाणिक प्रतिरोध युरेको, मैगनिन आदि पदार्थ के बने होते है। तार के एक–एक सिरे को एक–एक गुटके से जोड़ देते हैं। पीतल के मध्य के रिक्त स्थान प्लगों से भर दिये जाते हैं। कुण्डलियों की सुरक्षा के लिए उन्हें लकड़ी के बॉक्स में बन्द कर देते हैं। किन्हीं दो गुटकों के नीचे कितने मान का प्रतिरोध संयोजित है यह बाहर अंकित रहता हैं। प्रतिरोध बॉक्स में 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, ओम के प्रतिरोध या 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10 ओम के प्रतिरोध लगे रहते हैं। अधिकांश प्रतिरोध बॉक्सों में दोनों कतारो को जोड़ने वाले गुटकों के पास अनन्त (∞) का चिन्ह अंकित रहता हैं। वास्तव में इन दोनों गुटकों के बीच कोई तार नहीं लगा होता।

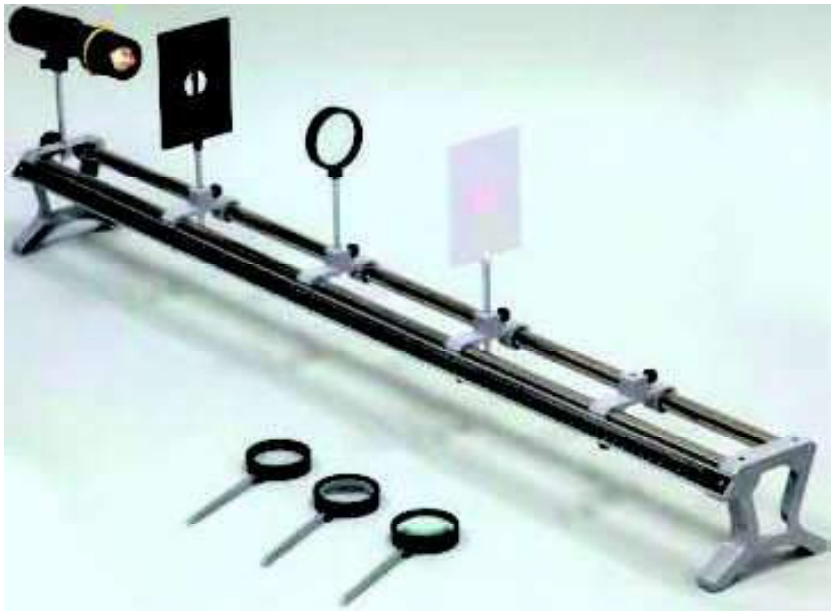
5. *एक–मार्गी प्लग कुंजी* (One-way plug key)



एक–मार्गी प्लग कुंजी को चित्र में प्रदर्शित किया गया है। इसमें लकड़ी या एबोनाइट के आधार पर पीतल के दो गुटके लगे होते हैं उनके मध्य उचित आकार का एक गैप होता हैं। जिसमें पीतल का प्लग लगाया जाता है। प्लग में संयोजक पेंच लगा होता है।

जब विद्युतधारा प्रवाहित करना होता है, प्लग लगा देते हैं और जब विद्युतधारा रोकना होता है तो प्लग निकाल देते हैं। विद्युत के प्रयोगो में इस कुंजी का प्रयोग सर्वाधिक होता है। यह ऑन/ऑफ स्विच की तरह है।

6. *प्रकाश बैंच या प्रकाश मंच* (Optical Bench)



प्रकाश संबंधी प्रयोग के लिए प्रकाश बैंच या प्रकाश मंच का प्रयोग किया जाता है। यह स्टील या लकड़ी की बनी एक मीटर या उससे अधिक लम्बाई की बैंच होती है।

इस बैंच में एक सिरे पर सेमी. एवं दूसरे सिरे पर इंच में स्केल बनी होती है।

इस बैंच पर विभिन्न स्टेण्ड लगे होते हैं जिसमें दर्पण–लेंस या पिन लगाने की व्यवस्था होती हैं। उसे आवश्यकतानुसार ऊपर नीचे सरकाया जा सकता है। आधार में लगे पेंच से बैंच को समतल किया जा सकता है।

प्रायोगिक कार्य (ऊष्मा और ताप)

उद्देश्य : प्रयोग द्वारा सेल्सियस एवं फैरनहाइट तापक्रमों का तुलनात्मक अध्ययन करना एवं संबंधित परिवर्तन सूत्र की सत्यता स्थापित करना।

आवश्यक उपकरण : एक बीकर, सेल्सियस एवं फैरनहाइट तापमापी, विलोडक, तिपाही, जाली, स्टैण्ड आदि।

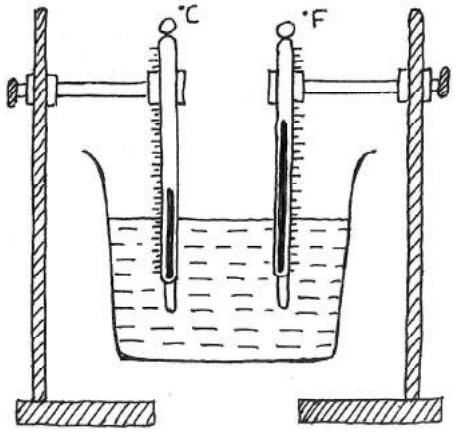
सिद्धांत : यदि वस्तु का ताप सेल्सियस तापमापी में C एवं फैरनहाइट में F से प्रदर्शित किया जाए तो इनके मध्य संबंध (परिवर्तन) सूत्र

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

$$C = \frac{5}{9} \times (F-32)$$

विधि :

1. दिए गए सेन्टीग्रेड व फैरनहाइट तापमापी की अल्पतमांक ज्ञात कर लेते हैं।
2. कमरे का ताप सेन्टीग्रेड तापमापी पर t_1 तथा फैरनहाइट तापमापी पर t_2 पढ़ लेते हैं। ताप पढ़ते समय ध्यान रखते हैं कि हमारी आँख तापमापी की उच्चतम बिन्दु की क्षैतिज सीध में रहे।



3. अब एक बीकर में लगभग दो–तिहाई पानी लेकर उसे ऊष्मक पर रखकर गर्म कर लेते हैं। जब पानी उबलना प्रारम्भ कर देता है, तब विलोडक से पानी को हिलाते हैं ताकि सम्पूर्ण पानी का ताप एक समान हो जाए। इस स्थिति में एक सेन्टीग्रेड तापमापी व एक फैरनहाइट तापमापी को बीकर के पानी में इस प्रकार अलग–अलग ऊर्ध्वाधर स्टैण्डों पर लगाकर ऊर्ध्वाधर लटकाते हैं कि इनके बल्ब पानी में डूब जाएँ। अब दोनों तापमापियों पर अलग–अलग पाठ पढ़ लेते हैं। ये पाठ पानी का क्वथनांक बताते हैं।
4. ऊष्मक हटाकर बीकर के पानी को ठण्डा होने देते हैं।
5. बीकर का पानी जब धीरे–धीरे ठण्डा होते रहता है तो पुनः विलोडक से पानी को हिलाकर दोनों तापमापी से एक साथ तीन–चार बार ताप (कुछ समय का अन्तर

रखकर) पढ़ लेते हैं।

प्रेक्षण सारणी : *सेण्टीग्रेड तापमापी का अल्पतमांक* = 1°C

फारेनहाइट तापमापी का अल्पतमांक = 1°F

क्र.		सेण्टीग्रेड तापमापी का पाठ (°C में) t_1°C	फैरनहाइट तापमापी का पाठ (°F में) t_2°C	$t_3 = \frac{9}{5}t_1 + 32$
1.	कमरे का ताप	22	72	71.6
2.	पानी का ताप	99	210	210.2
3.				
4.				
5.				
6.				

गणना : सेण्टीग्रेड तापमापी के प्रत्येक पाठ t_1 के लिए निम्न सूत्र से t_3 के मान की गणना करते हैं तथा प्रेक्षण तालिका में लिख लेते हैं।

$$t_3 = \frac{9}{5}\ t_1 + 32$$

परिणाम : (i) प्रेक्षण सारणी से स्पष्ट है कि पानी का क्वथनांक =99°C=210°F

(ii) प्रत्येक प्रेक्षण के लिए t_3 का मान t_2 के लगभग बराबर आता है, अतः तापमान पैमाने (सेन्टीग्रेड व फैरनहाइट) के परिवर्तन सूत्र $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$ का सत्यापन हो जाता है।

सावधानियाँ :

1. वाष्प का ताप लेते समय तापमातियों की घुण्डी शुद्ध वाष्प में रहनी चाहिए अर्थात् पानी से दूर रहनी चाहिए।
2. गर्म पानी का ताप लेते समय दोनों तापमापियों की घुण्डियां पानी में डूबी रहनी चाहिए।
3. पाठ्यांक पढ़ने से पूर्व विडोलक से पानी को अच्छी तरह हिला लेना चाहिए।
4. दोनों तापमापी ऊर्ध्वाधर रहने चाहिए।
5. तापमापी बीकर को नहीं छूने चाहिए।
6. पाठ्यांक लेते समय हमारे नेत्र पाठ्यांक की ठीक सीध में रहने चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (विद्युत धारा एवं परिपथ)

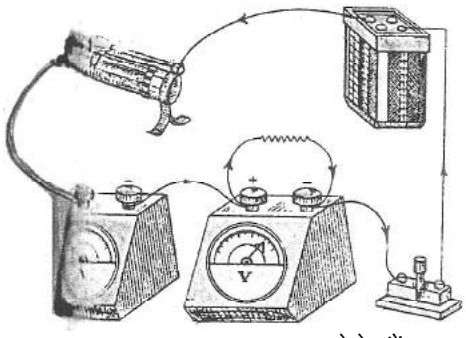
उद्देश्य : ओम के नियम का सत्यापन करना।

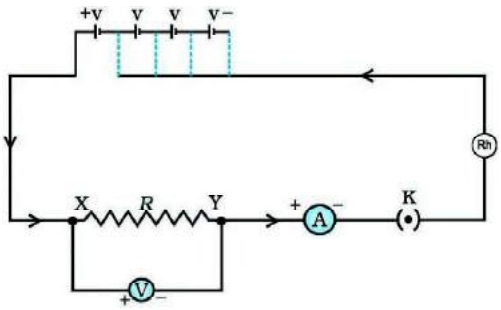
आवश्यक उपकरण : प्रतिरोधक तार, सेल, कुंजी, अमीटर, वोल्टमीटर, परिवर्ती प्रतिरोध, सम्बन्ध तार।

सिद्धान्त : ओम के नियमानुसार यदि किसी चालक की भौतिक अवस्था में परिवर्तन न हो तो उसके सिरों के मध्य विभवान्तर (V) उसमें बहने वाली धारा (I) के अनुक्रमानुपाती होता है। अर्थात् $(V \propto I)$ या $V = IR$, जहाँ R चालक का प्रतिरोध है।

प्रयोग विधि :

1. सर्वप्रथम विद्युत परिपथ पूरा कर लेते हैं। जिसके लिए बैटरी के साथ श्रेणीक्रम में प्रतिरोधक तार, अमीटर, परिवर्ती प्रतिरोध व कुंजी लगाते हैं तथा प्रतिरोधकक तार के सिरों पर समान्तर क्रम में वोल्टामीटर लगा देते हैं। ध्यान रहे कि बैटरी का धनात्मक सिरा अमीटर तथा वोल्टामीटर पर अंकित + सिरे से जुड़ा हो।





2. अमीटर तथा वोल्टामीटर का अल्पतमांक पढ़ लेते हैं।
3. अब कुंजी में प्लग लगाकर धारा नियंत्रक की सहायता से अमीटर में बहने वाली धारा को नियंत्रित करते हैं। अमीटर परिपथ में धारा नापता है तथा वोल्टामीटर प्रतिरोध तार के सिरों पर विभवान्तर नापता हैं अमीटर तथा वोल्टामीटर के पाठ पढ़ लेते हैं।
4. धारा नियंत्रण की सहायता से परिपथ में धीरे–धीरे धारा बढ़ाकर पुनः अमीटर व वोल्टामीटर के पाठ पढ़ लेते हैं इसे कई बार दोहराकर अनेक प्रेक्षण लेते हैं।
5. इस प्रकार अलग–अलग धारा के लिए संगत प्रतिरोधक तार के लिए 4 या 5 पाठ्यांक लेते हैं।

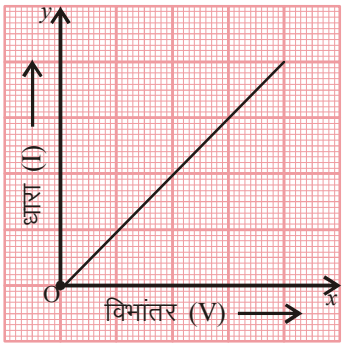
प्रेक्षण : वोल्टमीटर की अल्पमांक = 0.1V
अमीटर की अल्पतमांक = 0.1A

क्र.	एमीटर का पाठ्यांक (I)	वोल्टमीटर का पाठ्यांक (V)	$\frac{V}{I}$ = R प्रतिरोध ओम
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

माध्य प्रतिरोध R = ...

परिणाम : विभवांतर एवं धारा का अनुपात नियत रहता है। अतः यह निष्कर्ष निकलता है कि प्रतिरोध सिरों के बीच लगाया गया विभवांतर धारा के समानुपाती होता है।

ग्राफ : V एवं I के मध्य ग्राफ



सावधानियां :

1. एमीटर परिपथ में सदैव श्रेणी क्रम में संयोजित करना चाहिए।
2. वोल्टमीटर को परिपथ में सदैव समानान्तर क्रम में संयोजित करना चाहिए।
3. चालक में सतत धारा प्रवाहित नहीं करना चाहिए।
4. सभी पैंच कसे हुए होना चाहिए।
5. चालक में प्रबल धारा नहीं प्रवाहित करनी चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से)

उद्देश्य : समतल दर्पण की सहायता से परावर्तन के नियम का सत्यापन करना।

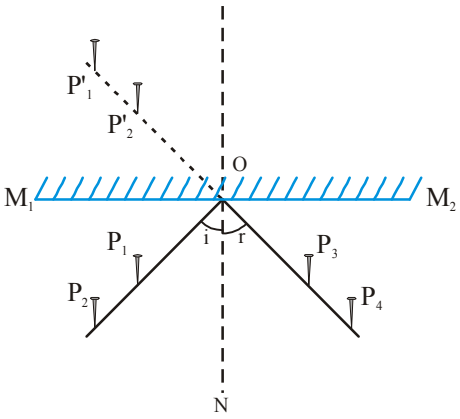
आवश्यक उपकरण : प्लास्टिक/लकड़ी के खाँचे में लगा उर्ध्वाधर समतल दर्पण, पिनें, ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, बोर्ड पिनें (थम्बपिन), चाँदा आदि।

सिद्धान्त : जब कोई प्रकाश किरण तल पर आपतित होती है तथा तल से टकराकर उसी माध्यम में लौट जाती है तो इस घटना को प्रकाश का परावर्तन कहते हैं। किसी तल से प्रकाश का परावर्तन निम्नलिखित दो नियमों के अनुसार होता है।

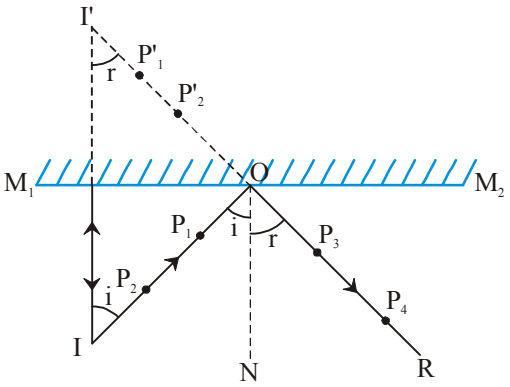
1. आपतित किरण परावर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब एक तल में होते हैं।
2. आपतन कोण तथा परावर्तन कोण बराबर होते हैं।

विधि (Method) :

1. ड्राइंग बोर्ड पर एक सफेद कागज बोर्ड पिन की सहायता से लगा देते हैं।
2. कागज पर एक समतल दर्पण को ऊर्ध्वाधर खड़ा करके उसके सहारे एक आधार रेखा M_1M_2 खींच लेते हैं।
3. M_1M_2 के मध्य स्थित बिन्दु O पर अभिलम्ब $ON \perp M_1M_2$ खींच लेते हैं।
4. ON के साथ बिन्दु O पर आपतन $\angle ION = 30°$ कोण बनाती हुई रेखाखण्ड खींच लेते हैं।
5. M_1M_2 पर दर्पण को ऊर्ध्वाधर रखकर रेखाखण्ड IO पर दो आलपिन P_1 एवं P_2 ऊर्ध्वाधर गाड़ते हैं।
6. दर्पण में इन पिनों के प्रतिबिम्ब देखकर अभिलम्ब के दूसरी ओर दो आलपिन P_3 एवं P_4 इस प्रकार लगाते हैं कि पिन P_1 एवं P_2 के प्रतिबिम्ब तथा पिन P_3 एवं P_4 चारों एक ही सीधी रेखा में रहे।
7. पिन P_3, P_4 को हटाकर एक सीधी रेखा RO खीचतें हैं।
8. चाँदे की सहायता से परावर्तन कोण $\angle RON$ का मापन करते हैं।
9. अलग–अलग आपतन कोण $30°, 35°, 40°, 45°$ आदि के संगत परावर्तन कोण का मापन करते हैं।



समतल दर्पण से परावर्तन



आपतन कोण = परावर्तन कोण

प्रेक्षण (Observation)

क्र.	आपतन कोण ∠ION = i	परावर्तन कोण ∠RON = r
1.	30°	30°
2.		
3.		
4.		
5.		

परिणाम :
1. आपतित किरण, परावर्तित किरण एवं अभिलम्ब तीनों एक ही तल (कागज के तल) पर होते हैं।
2. आपतन कोण तथा परावर्तन कोण के मान बराबर प्राप्त होते हैं।

सावधानियाँ :
1. समतल दर्पण ऊर्ध्वाधर चाहिए।
2. पिनों को उर्ध्वाधर रखना चाहिए।
3. दो पिन एक दूसरे से लगभग 3–4 सेमी. दूर होनी चाहिए।
4. दर्पण साफ रखना चाहिए।
5. पिनों का मिलना पिनों के आधार से होना चाहिए।
6. दर्पण निर्धारित रेखा से विस्थापित (हिलना) नहीं चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से)

उद्देश्य : कांच के आयताकार गुटके का अपर्वतनांक ज्ञात करना (अथवा) अपवर्तन के नियमों का सत्यापन करना।

आवश्यक उपकरण : काँच का आयताकार गुटका, ड्राइंग बोर्ड, बोर्ड पिनें, सफेद कागज, पिनें, चाँदा, स्केल।

सिद्धान्त : ''जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब की ओर

मुड जाती है तथा जब किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब से दूर हट जाती है। इसे प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।'' किसी माध्यम में प्रकाश का अपवर्तन निम्नलिखित दो नियमों के अनुयार होता है–

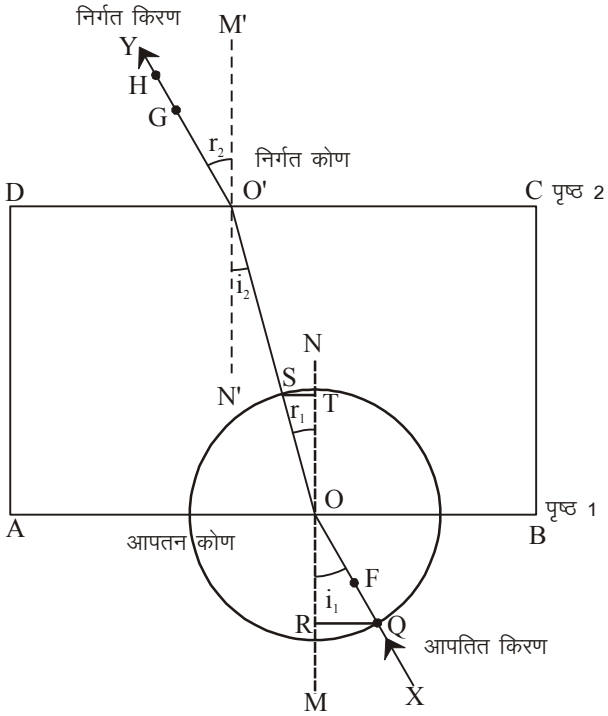
1. आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब एक ही तल में होते हैं।
2. आपतन कोण की ज्या (sine) तथा अपवर्तन कोण की ज्या का अनुपात एक नियतांक होता है। जिसे पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं।

$$_a\mu_g = \frac{\sin i}{\sin r}$$

वायु के सापेक्ष काँच का अपवर्तनांक $= {}_a\mu_g = \dfrac{\text{वायु में लम्ब की लंबाई } (QR)}{\text{कांच में लम्ब की लंबाई } (ST)}$

प्रयोग विधि :

1. ड्राइंग बोर्ड पर बोर्ड पिनों की सहायता से एक सफेद कागज लगाते हैं।



2. कागज पर एक कांच का आयताकार गुटका रखकर पैंसिल से उसका आधार A, B, C, D अंकित कर लेते हैं।
3. AB के बिन्दू O पर एक अभिलम्ब NM⊥AB खीचते हैं। बिन्दु O से कोई रेखा खण्ड NM के साथ i कोण बनाते हुए XO खीचते हैं।
4. गुटके को ठीक प्रकार यथास्थिति में रखकर XO पर दो आलपिन E एवं F उर्ध्वाधर गाड़ते हैं।

   गुटके के दूसरे तल DC से होकर इन पिनों के प्रतिबिम्ब देखते हैं।
5. दो अन्य आलपिन G एवं H इस प्रकार गाड़ते हैं कि E एवं F के प्रतिबिम्ब तथा G एवं H एक ही सीधी रेखा में हो।
6. गुटके एवं पिनों को हटाकर G एवं H को मिलाते हुए रेखाखण्ड YO' खीचते हैं। जो DC को O' पर मिलता है। OO' को मिलाते हैं।
7. O को केन्द्र लेकर किसी त्रिज्या से एक वृत्त खीचते हैं। जो OX को Q पर तथा OO' को S पर काटता है।
8. $QR \perp N_1O$ तथा $ST \perp ON_2$ खींचते हैं। QR एवं ST का मापन कर लेते हैं।
9. i के विभिन्न मानों के लिए प्रयोग को कम से कम पांच बार दोहराते हैं।
10. प्रत्येक पाठ्यांक के लिए अलग–अलग गणना द्वारा अपवर्तनांक ज्ञात कर लेते हैं। अपवर्तनांक के औसत मान ज्ञात कर लेते हैं।

प्रेक्षण

क्रमांक	हवा में लम्ब की लम्बाई QR	कांच में लम्ब की लम्बाई ST	अपवर्तनांक $\mu = \frac{QR}{ST}$
1.	..... cm.	..... cm.	
2.	..... cm.	..... cm.	
3.	..... cm.	..... cm.	
4.	..... cm.	..... cm.	
5.	..... cm.	..... cm.	

परिणाम : हवा के सापेक्ष कांच का अपवर्तनांक = ...

सावधानियां :
1. कांच के गुटके के आधार पर सही माप कागज पर अंकित करना चाहिए।
2. सभी आलपिने ऊर्ध्वाधर गाड़नी चाहिए।
3. प्रथम दो आलपिनों के प्रतिबिम्ब एवं अंतिम दोनों आलपिनों को एक ही सीधी रेखा में रहनी चाहिए।
4. लम्ब ठीक–ठीक खींचना चाहिए।
5. कोण का मापन ठीक–ठीक करना चाहिए।

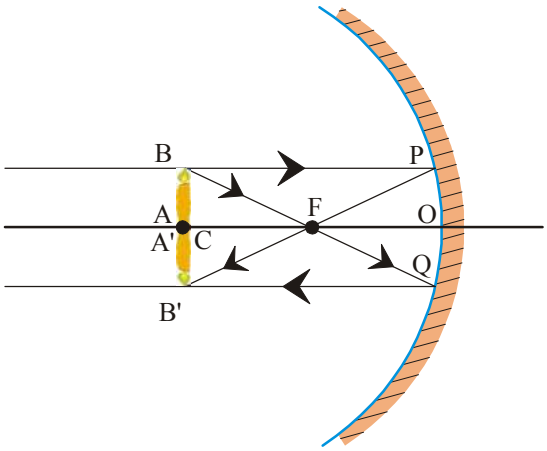
प्रायोगिक कार्य (प्रकाश : परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से)

उद्देश्य : एक पिन विधि द्वारा अवतल दर्पण दूरी ज्ञात करना।

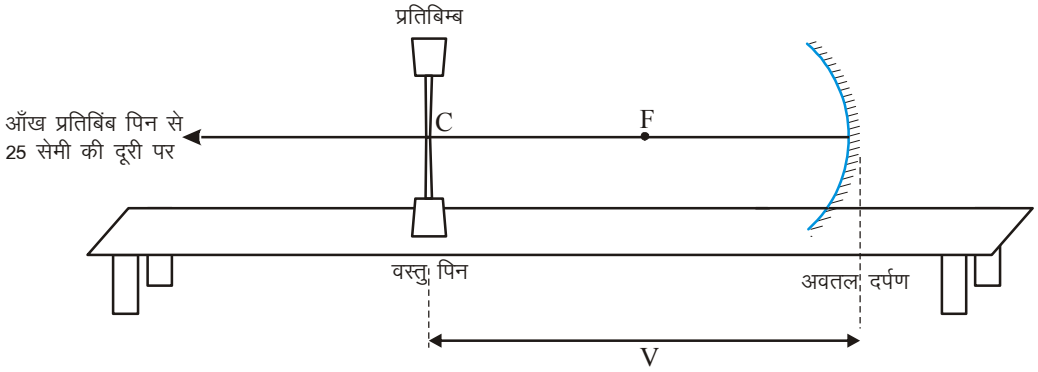
आवश्यक उपकरण : प्रकाश बैंच, अवतल दर्पण, एक पिन आदि।

सिद्धान्त : जब किसी वस्तु को अवतल दर्पण के वक्रता केन्द्र पर रखते हैं, तो उसका प्रतिबिम्ब वक्रता केन्द्र पर ही उल्टा, बराबर तथा वास्तविक बनता है। वस्तु और दर्पण के बीच की दूरी वक्रता त्रिज्या R होने पर, फोकस दूरी $f = \frac{R}{2}$ $\left(\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2} \right)$

प्रयोग विधि :
1. प्रकाश बैंच के एक स्टैण्ड पर अवतल दर्पण को ऊर्ध्वाधर कसते हैं और बैंच को समतल करते हैं।



2. दूसरे स्टैण्ड एक पिन इस प्रकार लगाते हैं कि पिन नोंक दर्पण के केंद्र पर रहे।
3. पिन दर्पण के सामने इस प्रकार समायोजित करते हैं कि इसका वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिम्ब स्पष्ट दिखाई पडे। पिन और पिन के प्रतिबिम्ब के बीच लम्बन दूर कर लेते हैं।
4. दर्पण और पिन की स्थिति ज्ञात कर लेते हैं। दोनों स्थितियों का अन्तर दर्पण की वक्रता त्रिज्या होती है।
5. इसी प्रकार प्रयोग को तीन या पाँच बार दुहराते हैं। और लम्बन दूर करते हुए पाठ्यांक लेते रहते हैं।



एक पिन विधि से फोकस दूरी का निर्धारण

अवलोकन सारणी

क्रमांक	दर्पण की स्थिति M	पिन की स्थिति P	दर्पण की वक्रता त्रिज्या R = M–P
1.	..... सेमी.	..... सेमी.	..... सेमी.
2.	..... सेमी.	..... सेमी.	..... सेमी.
3.	..... सेमी.	..... सेमी.	..... सेमी.
4.	..... सेमी.	..... सेमी.	..... सेमी.

मध्यमान वक्रता त्रिज्या R = ... सेमी.

गणना : *फोकस दूरी* $= \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}$, *फोकस दूरी* $f = \frac{R}{2} =$ ..... सेमी.

परिणाम : अवतल दर्पण की फोकस दूरी f = ... सेमी.

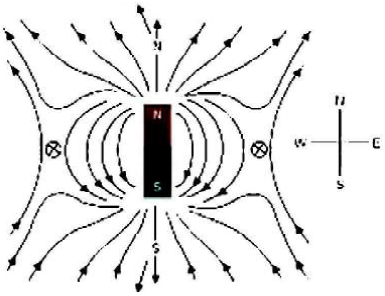
सावधानियाँ :
1. वस्तु पिन तथा दर्पण का ध्रुव एक सीधी रेखा में होना चाहिए।
2. वस्तु पिन एवं उसके प्रतिबिम्ब के बीच लंबन ठीक से दूर हो जाना चाहिए।
3. प्रयोग के पूर्व प्रकाश बैंच को समतल कर लेना चाहिए।
4. दर्पण साफ तथा कक्षा में प्रकाश व्यवस्था उत्तम होनी चाहिए।

प्रायोगिक कार्य (विद्युत के चुम्बकीय प्रभाव)

उद्देश्य : आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर बल रेखायें खींचना (N→N)।

आवश्यक उपकरण : आयताकार दंड चुम्बक, ड्राइंग बोर्ड, ड्राइंग पिने, सफेद कागज, दिक्सूची आदि।

सिद्धांत : चुम्बकीय बल रेखाएं वह बंद वक्र है जिसके किसी भी बिन्दु पर खीची गई स्पर्श रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को प्रदर्शित करती हैं।



जिन बिन्दुओं पर चुम्बक का चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता शुन्य होता है उन बिन्दुओं को उदासीन बिन्दु कहते हैं। छड़ चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक उत्तर की ओर रखकर बल रेखायें खींचने पर उदासीन बिन्दु चुम्बक के लम्ब समद्विभाजक पर दोनों ओर समान दूरी पर (लगभग) प्राप्त होते हैं।

प्रयोग विधि :

1. सर्वप्रथम ड्राइंग बोर्ड पर सफेद कागज रखकर उसके चारों तरफ पिनें लगा लेते हैं एवं कागज का तल समतल रखते हैं।
2. अब कागज के मध्य में दिकसूची रखकर उत्तर–दक्षिण दिशा ज्ञात करके दोनों बिन्दुओं को मिलाती हुई एक रेखा खींचते हैं। दंड चुंबक के उत्तरी ध्रुव को भौगोलिक उत्तरी ध्रुव (उत्तर–दिशा) की ओर रखकर चुम्बक की सीमा रेखा खींचते हैं।
3. इसके पश्चात चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के पास एक बिन्दु लेकर दि्कसूची (Niddle) को इस प्रकार रखो कि दि्कसूची की सूई का दक्षिणी ध्रुव उस (बनाए बिन्दु) बिन्दु की ओर हो तथा सुई के दूसरे सिरे पर पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं।
4. दि्कसूची को उठाकर इस प्रकार रखते हैं। कि इसका दक्षिणी ध्रुव लगाये गये बिन्दु की ओर हो इसके पश्चात पुनः इस क्रिया में सुई के उत्तरी ध्रुव के पास पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं। यह क्रिया को दोहराते हुए चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव तक लगाते जाते हैं और उत्तर से दक्षिण तक बिन्दु मिलते जाते हैं। इन सभी बिन्दुओं को मिलाने से एक वक्र रेखा बनती है। जिसे चुम्बकीय बल रेखा कहते हैं।

   इसी प्रकार उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव से अनेक बल रेखाएं खींचते हैं। और तीर का निशान बना लेते हैं। बल रेखाओं के मध्य में (अक्ष के लम्बवत) एक वक्रीय चतुर्भुज प्राप्त होता है जिसके अंदर उदासीन बिन्दु प्राप्त होता है।
5. चुम्बक के मध्य बिन्दु से उदासीन बिन्दु तक दूरी नापते हैं।

प्रेक्षण :

1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से एक ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती हैं।)
2. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दूसरी ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती है।)

परिणाम :

1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दोनों उदासीन बिन्दुओं की दूरी समान है। और ये चुम्बकीय अक्ष के लम्बअर्द्धक पर स्थित है।
2. बल रेखाएँ बन्द वक्र के रूप में है और वह एक दूसरे को किसी भी बिन्दु पर प्रतिच्छेद नहीं करती हैं।

सावधानियाँ :

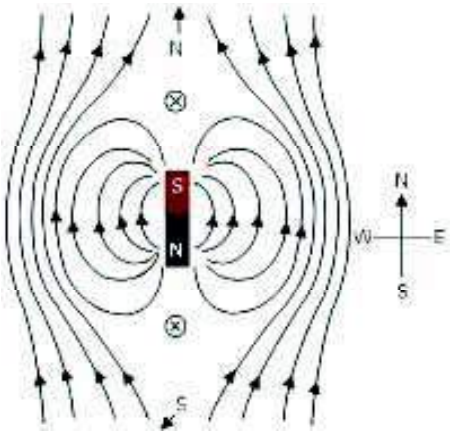
1. प्रयोग के दौरान ड्राइंग बोर्ड एवं चुम्बक नहीं हिलना चाहिए।
2. अन्य चुम्बकीय पदार्थ बोर्ड के पास नहीं होना चाहिए।
3. चुम्बकीय सुई स्वतंत्र होनी चाहिए।
4. चुम्बक अत्यधिक प्रबल नहीं होना चाहिए।
5. उदासीन बिन्दु के पास बल रेखाएं अधिक होनी चाहिए ताकि वक्रीय चतुर्भुज कम क्षेत्र में आए।

प्रायोगिक कार्य (विद्युत के चुम्बकीय प्रभाव)

उद्देश्य : एक आयताकार दंड चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर बल रेखाएं खींचता और उदासीन बिन्दु ज्ञात करना (N→S)।

आवश्यक उपकरण : आयताकार दंड चुम्बक, ड्राइंग बोर्ड, ड्राइंग पिने, सफेद कागज, दिकसूची, पेन्सिल आदि।

सिद्धांत : चुम्बकीय बल रेखा वह बंद वक्र है। जिसके किसी भी बिन्दु पर खींची गयी स्पर्श रेखा बिन्दु पर चुम्बकीय दिशा को प्रदर्शित करती हैं।



जिन बिन्दुओं पर चुम्बक का चुम्बकीय क्षेत्र शुन्य होता है। उन बिन्दुओं को उदासीन बिन्दु कहते हैं। छड़ चुम्बक का उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर रखकर बल रेखाएँ खींचने पर उदासीन बिन्दु चुम्बक के अक्ष के दोनों ओर समान दूरी पर प्राप्त होते हैं।

प्रयोग विधि :

1. सर्वप्रथम ड्राइंग बोर्ड पर सफेद कागज रखकर उसके चारों ओर बोर्ड पिनें लगा देते हैं। इसके पश्चात कागज के मध्य में दिकसूची रखकर उत्तर दक्षिण दिशा ज्ञात करके दोनों बिन्दुओं को मिलाती हुई एक रेखा खींचते हैं।
2. चुम्बक को इस रेखा पर इस प्रकार रखते हैं कि इसका उत्तरी ध्रुव भौगोलिक दक्षिण की ओर हो तब सीमा रेखा खींचते हैं।
3. अब चुम्बक के उत्तरी ध्रुव के पास पेन्सिल से बिन्दु लगाकर दिक्सूची को इस प्रकार रखते हैं। कि दिकसूची की सूई का दक्षिणी ध्रुव उस बिन्दु की ओर हो जाये तथा सुई के दूसरे सिरे पर पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं। इसके पश्चात पुनः दिक्सूची को उठाकर इस प्रकार रखते हैं कि इसका दक्षिणी ध्रुव लगाये गये बिन्दु की ओर हो जाये।
4. पुनः सुई के उत्तरी ध्रुव के पास पेन्सिल से एक बिन्दु लगाते हैं। इस प्रकार इस क्रिया को दोहराते हुए चुम्बक के दक्षिणी ध्रुव तक बिन्दु लगाते जाते हैं।

इन सभी बिन्दुओं को मिलाते हुए एक वक्र रेखा बनती है। जिसे चुम्बकीय बल रेखा कहते हैं।

5. अब उत्तर से दक्षिण की ओर तीर का निशान लगाते हैं। जो बल रेखा की दिशा को प्रदर्शित करती है।
6. इसी प्रकार उत्तरी और दक्षिणी ध्रुव से अनेक बल रेखाएँ खींचकर वक्रीय चतुर्भुज प्राप्त करते हैं और उदासीन बिन्दु ज्ञात करते हैं। जो चुम्बकीय अक्ष की दिशा में प्राप्त होते हैं।

   अंत में चुम्बक के मध्य बिन्दु से उदासीन बिन्दु तक की दूरी नापते हैं जो चुम्बकीय अक्ष के दोनों ओर प्राप्त होता है।

प्रेक्षण :
1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से एक ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती हैं।)
2. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दूसरी ओर के उदासीन बिन्दु की दूरी– ..... सेमी. (यह माध्य दूरी होती है।)

परिणाम :
1. चुम्बक के मध्य बिन्दु से दोनों उदासीन बिन्दुओं की दूरी समान है। और दोनों उदासीन बिन्दु चुम्बक के अक्ष की दिशा में स्थित हैं।
2. बल रेखाएँ बन्द वक्र के रूप में है और वह एक दूसरे को किसी भी बिन्दु पर प्रतिच्छेद नहीं करती हैं।

सावधानियाँ :
1. प्रयोग के समय ड्राइंग बोर्ड को अपनी जगह से हिलने नहीं देना चाहिए।
2. दिक्सूची से दिशा ज्ञात करते समय उसके आसपास कोई चुम्बकीय वस्तु नहीं रखनी चाहिए।
3. चुम्बक प्रभावशाली तथा छोटा होना चाहिए।
4. चुम्बक को चुम्बकीय याग्योत्तर में रखते हुए उसके उत्तरी ध्रुव ठीक भौगोलिक दक्षिण की ओर रखना चाहिए।
5. उदासीन बिन्दु के पास बल रेखाएँ सघन होनी चाहिए जिससे वक्र कम क्षेत्र में आए।

प्रायोजना कार्य

प्रायोजना कार्य हेतु आवश्यक निर्देश–

1. प्रायोजना कार्य छोटे–छोटे समूह में भी किया जा सकता है।
2. प्रत्येक छात्र को कुल तीन प्रायोजना कार्य करना अनिवार्य है अर्थात् भौतिक, रसायन, जीव विज्ञान तीनों विषयों से एक–एक प्रायोजना कार्य।
3. प्रायोजना लेखन कार्य क्रमबद्ध होना चाहिए। आवश्यकतानुसार चित्र/पेपर/कटिंग/प्रादर्श/संग्रह/फोटोग्राफ/ग्राफ/अन्य का उल्लेख भी किया जा सकता है।
4. प्रायोगिक परीक्षावधि में प्रत्येक छात्र द्वारा किए गए प्रयोग एवं प्रायोजना कार्य से मौखिक प्रश्न पूछा जाना अनिवार्य है।
5. स्थानीय समस्या को लेकर भी प्रायोजना कार्य किया जा सकता है।

जीव विज्ञान

1. प्राकृतिक चयन की प्रक्रिया को समझना।
2. अपने पर्यावरण के जैविक व अजैविक घटकों और उनके बीच की पारस्परिक निर्भरता को समझना।
3. आनुवंशिकता में संभाविता की भूमिका को समझना।

रसायन विज्ञान

1. pH पेपर का उपयोग कर, विभिन्न पदार्थों के जलीय विलयनों का pH मान ज्ञात करना।
2. छत्तीसगढ़ में उपलब्ध लौह अयस्कों तथा उनसे धातु के निष्कर्षण की जानकारी प्राप्त कर धातु शिल्प के क्षेत्र में उनके उपयोग को जानना।
3. अपने आस–पास के परिवारों से उनके द्वारा पॉलिथीन के उपयोग संबंधी जानकारी प्राप्त कर इसके उपयोग को समाप्त करने के लिए किए जा रहे प्रयासों का अध्ययन करना।
4. साबुन बनाने की साबुनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

भौतिक विज्ञान

1. प्रकाशिक यंत्र बनाना।
2. विद्युत–परिपथ को लगातार बन्द–चालू, चालू–बन्द करके चुम्बकीय क्षेत्र पैदा किया जा सकता है; और चुम्बकीय क्षेत्र को तेजी से कम–ज्यादा, ज्यादा–कम करके या बदलकर बिजली पैदा की जा सकती है।
3. पवन चक्की का मॉडल बनाकर पवन ऊर्जा की दैनिक जीवन में उपयोगिता को प्रदर्शित करना।

जीव विज्ञान

प्रायोजना कार्य (जीवों का विकास)

उद्देश्य : प्राकृतिक चयन की प्रक्रिया को समझना।

आवश्यक सामग्री : 5 रंगों में रंगे हुए चने (या 5 अलग रंग के एक जैसे बटन) जिनमें से प्रत्येक रंग के 100 चने। 5 प्लेट/बाउल, धागा/रस्सी, चॉक।

विधि : सबसे पहले एक छात्र, 6–6 छात्रों के (पांच) समूह बना लें। समूह में से दो सदस्य लीडर बनेंगे और बाकी सदस्य पक्षी बनेंगे जो कि निर्धारित खेत के चारों तरफ खड़े होकर चने चुगने का काम करेंगे। इसके बाद प्रत्येक समूह को हर रंग के 12–12 चने दे दें। इस प्रकार प्रत्येक समूह के पास कुल 60 चने हो जाएंगे। यह चने कीट को दर्शा रहे हैं। इसके बाद प्रत्येक समूह को एक खाली प्लेट दी जाएगी जिसमें वे चुने हुए चने इकट्ठे करेंगे।)

1. प्रत्येक समूह को 1 वर्ग मी. का क्षेत्र चिन्हित करना है। चिन्हित करने के लिए रस्सी/धागे/चॉक का प्रयोग करना है।
2. खेत को चुनते हुए संदर्भ व्यक्ति को यह ध्यान रखना है कि खेत के इलाके में विभिन्नता हो जैसे कि कुछ कंकड़–पत्थर वाले खेत हों और कुछ घास/पौधे वाले।
3. प्रत्येक समूह के ग्रुप लीडर को गतिविधि के दौरान अवलोकनों को नोट करने का कार्य करना है। जैसे कि– शुरूआत में प्रत्येक रंग के चनों की संख्या कितनी है और साथ ही यह सुनिश्चित करना कि प्रत्येक रंग के 12 चने हैं।
4. ग्रुपलीडर 1 वर्गमीटर के क्षेत्र में चनों को बिखेर देगा। इस दौरान समूह के बाकी सदस्य जो कि पक्षी बने हुए हैं वे खेत की तरफ पीठ करके खड़े रहेंगे जिससे कि वे चनों की व्यवस्था न देख पाएं।
5. अब संदर्भ व्यक्ति स्टार्ट बोलेगा तब सारे पक्षी बने सदस्य खेत की तरफ मुड़ के अपनी मर्जी से एक–एक चना उठाकर ले जाएंगे और खाली प्लेट में डालेंगे। याद रहे कि खाली प्लेट खेत से तीन मीटर की दूरी पर रखी जाएगी।
6. जब संदर्भ व्यक्ति स्टॉप बोले तब सारे पक्षी बने सदस्यों को रूक जाना है। (संदर्भ व्यक्ति लगभग 6 चक्कर के बाद स्टॉप बोल दे)
7. अब ग्रुपलीडर को प्लेट के चनों की संख्या रंगवार नोट करनी है और खेत में बचे हुए चनों की संख्या भी रंगवार ज्ञात कर नोट करनी है।
8. अब जो चने खेत में बचे हुए हैं उनके लिए ग्रुप लीडर हरेक रंग के दुगुने संख्या के और

चने खेत में डालेंगे। यह कीट रूपी चनों की प्रजनन के बाद पहली पीढ़ी है। इस दौरान ग्रुपलीडर को यह ध्यान रखना है कि पक्षी इस प्रक्रिया को नहीं देख रहे हैं।

(इस प्रक्रिया में यह बात स्पष्ट हो रही है कि पहली पीढ़ी में प्रत्येक चना अपने ही रंग के दो और नए चनों को जन्म देता है।)

9. अब पुनः चरण 4 से 7 तक को दोहराना है।

10. बचे हुए चनों के लिए ग्रुपलीडर को उसी रंग के दुगुने संख्या के चने और खेत में डालने हैं। (यह चनों की दूसरी पीढ़ी है।)

11. अब प्रत्येक समूह के सदस्य कमरे में आकर अपने परिणामों को लिखेंगे और उन पर विश्लेषण कर प्रस्तुति देंगे।

सारणी–अवलोकनों को निम्न सारणी के अनुसार सारणीबद्ध कर लें।

क्र.	दानों की संख्या	काला	नीला	हरा	पीला	लाल
1	प्रारम्भिक संतति (शुरूआत में चनों की संख्या)					
2	पहली बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद प्लेट में इकट्ठा हुए चने					
3	पहली बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद खेत पर बचे चने					
4	इस संख्या को दुगुना करने पर (पहला जनन)					
5	पहले जनन के बाद खेत में कुल संख्या					
6	दूसरी बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद प्लेट में इकट्ठा हुए चने					
7	दूसरी बार संदर्भ व्यक्ति के स्टॉप बोलने के बाद खेत पर बचे चने					
8	इस संख्या को दुगना करने पर (दूसरा जनन)					
9	दूसरे जनन के बाद (कुल)					

क्रमांक–9 के आधार पर ग्राफ बनाइए –ग्राफ के x अक्ष पर चने का रंग और y अक्ष पर संख्या।

खेल और ग्राफ देखकर शिक्षक इन प्रश्नों पर चर्चा कर सत्र को आगे बढ़ा सकते हैं–

1. क्या पहले जनन के बाद ही कीटों के विभिन्न रंगों की आपेक्षिक संख्या में बहुत ज्यादा अंतर देखने को मिलता है?

2. पक्षियों ने किस रंग के कीटों को खाना पसन्द किया? क्या उन्होंने पहली पीढ़ी और दूसरी पीढ़ी में एक ही रंग के कीटों को चुनना पसन्द किया?

3. आपके द्वारा चुने गए खेत में किन रंगों के चने ज्यादा संख्या में बचे रहे?

4. क्या कोई ऐसा रंग था जिसकी संख्या बिलकुल खत्म होने के कगार में है?

5. अगर आप इस गतिविधि को चौथी, पांचवी, छठी ... पीढ़ियों तक जारी रखेंगे तो आपको क्या लगता है कि परिणाम क्या आएगा?

6. क्या आपके परिणाम अनुमान के मुताबिक आए?

7. अवलोकन के दौरान आपका अनुभव क्या रहा?

8. आपके प्रयोग/गतिविधि में ये परिणाम क्यों आए? इसके पीछे क्या कारण रहा होगा?

9. आपके खेत के आवास और पक्षियों द्वारा चुने गए कीटों के बीच आपको क्या कोई सम्बंध दिखता है? जैसे कि किसी एक पक्षी ने एक रंग के चनों को ही चुगने के लिये क्यों चुना? इन सभी बिन्दुओं पर चर्चा करें।

समेकन– समेकन में प्राकृतिक चयन व कृत्रिम चयन की तुलना करते हुए यह अवश्य स्पष्ट करें कि प्राकृतिक चयन एक उद्देश्य को लेकर किया गया रचनात्मक कार्य नहीं है। यह तो एक बगैर सोची–समझी संपादन की प्रक्रिया है जो प्रकृति में घटित होती रहती है।

निर्देश : (1) गतिविधि कमरे के बाहर खुले में होगी।

(2) शिक्षक स्वयं संदर्भ व्यक्ति का कार्य करेगा।

प्रायोजना कार्य (हमारा पर्यावरण : पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह)

उद्देश्य : अपने पर्यावरण के जैविक व अजैविक घटकों और उनके बीच की पारस्परिक निर्भरता को समझना।

आवश्यक सामग्री : कॉपी, पेंसिल, रबर, शॉर्पनर, हैंडलैंस, रस्सी, मिट्टी खोदने के लिए खुरपी या अन्य कोई कड़ी वस्तु।

विधि : अपने स्कूल के आस पास कोई जगह चुन लें (ध्यान रखें कि चयन की गयी जगह में कुछ पौधे हों)। इस जगह के एक मीटर लम्बे व एक मीटर चौड़े हिस्से को चिन्हांकित कर लें। गौर से अवलोकन करें कि चिन्हांकित हिस्से में क्या कोई कीड़ा–मकोड़ा, कोई पक्षी, मेंढक या अन्य जीव नजर आ रहा है ? कहीं–कहीं थोड़ी मिट्टी को खोदकर/उलट–पलट कर या हैंडलैंस से भी जीवों को देखें। नजर आने वाले जीवों के समूह का नाम लिखकर (यदि नाम मालुम न हो तो उन्हें कोई भी नाम या अ, ब, स आदि नाम दें अथवा उनके चित्र बनाकर दर्शाने का प्रयास करें) उनकी संख्या अपनी कॉपी में नोट करें। एक जीव की गिनती एक बार ही करें। यदि चिन्हांकित जगह पर कोई पेड़ हो तो उसे भी पौधों के समूह में ही गिनें।

अपने अवलोकन के आधार पर नोट करें कि चिन्हांकित जगह पर–

- कौन–कौन से जैविक व अजैविक घटक हैं ?
- यहाँ कितने तरह के जैविक घटक दिखायी दे रहे हैं ?
- क्या यहाँ कोई खाद्य श्रृंखला या कोई खाद्य जाल नजर आया ?
- यहाँ नजर आने वाले जीवों के जीवित रहने के लिए कौन–कौन से संसाधन हैं ?
- उपरोक्त जानकारी की विवेचना करें तथा उस स्थान की पारस्परिक निर्भरता को अपने शब्दों में लिखें।

प्रायोजना कार्य (आनुवंशिकी जनकों से संतान तक)

उद्देश्य : आनुवंशिकता में संभाविता की भूमिका को समझना।

आवश्यक सामग्री : एक, दो या पाँच रूपये के दो सिक्के (एक जैसे), काला मार्कर, पेज, पेंसिल

निर्देश : खेल को शुरू करने के पहले सारणी बनाएँ।

विधि :

1. एक, दो या पाँच रूपये के एक जैसे दो सिक्कों से खेल शुरू करते हैं। एक सिक्के में दोनों तरफ निशान लगा दीजिए। सावधानी रखें कि सिक्के के चित (Head\H), पट (Tail\T) दोनों भाग दिखते रहें। यह 'अ' सिक्का है।
2. बिना निशान वाला 'ब' सिक्का है।
3. अब 'अ' एवं 'ब' सिक्कों को देखकर एक साथ उछालें और सिक्कों को देखकर सारणी में 'अ' एवं 'ब' सिक्के के चित एवं पट कितनी बार आए, टेली चिन्ह द्वारा नोट करें।
4. यदि पहली चाल में दोनों पर चित आए तो HH के स्तम्भ के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ और अगली चाल में दोनों पर पट आए तो TT के नीचे एक टेली चिन्ह लगाएँ। 'अ' में चित व 'ब' में पट आए तो HT के नीचे टेली चिन्ह लगाएँ और 'अ' में पट और 'ब' में चित आए तो TH के नीचे टेली चिन्ह लगाएँ। इस प्रकार खेल को आगे बढ़ाएँ।
5. ऐसा 500 या 1000 बार दोहराएँ।
6. अब 'अ' एवं 'ब' सिक्के की चारों परिस्थितियाँ (दोनों पर चित, दोनों पर पट, 'अ' पर चित और 'ब' पर पट, 'अ' पर पट और 'ब' पर चित) कितनी बार मिला, इसका प्रतिशत निकालें।

प्रश्न :

1. संभाविता का यह खेल मेण्डल के नियमों को समझने में किस प्रकार सहायक है?
2. अपने प्रयोगों के परिणाम तक पहुँचने के लिए मेण्डल को संभाविता के गणितीय गणना की आवश्यकता क्यों पड़ी?

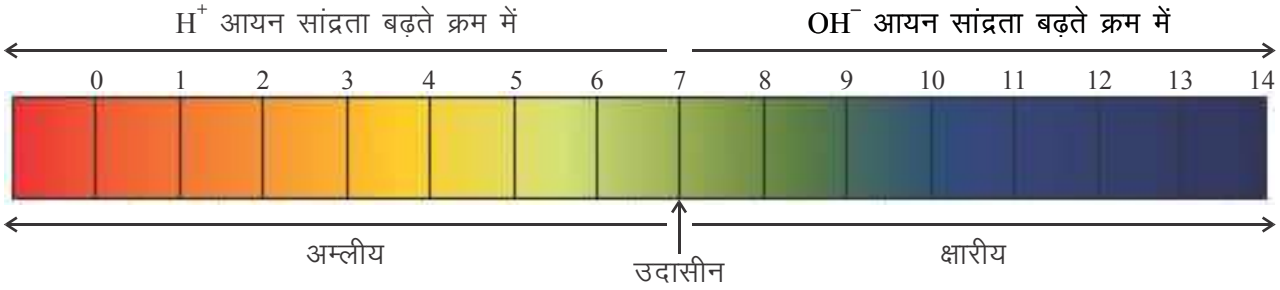
रसायन विज्ञान

प्रायोजना कार्य (अम्ल, क्षारक एवं लवण)

उद्देश्य : pH पेपर का उपयोग कर, विभिन्न पदार्थों के जलीय विलयनों का pH मान ज्ञात करना।

आवश्यक सामग्री : परीक्षण विलयन (a) मिट्टी का जल में घोल (b) फल का रस (c) दूध (d) विभिन्न पदार्थों के विलयन, परखनलियाँ ,एक परखनली स्टैण्ड, pH पेपर और काँच की छड़ अथवा ड्रॉपर।

सिद्धान्त : pH किसी विलयन की अम्लीयता या क्षारीयता की माप होती है। यह किसी विलयन के हाइड्रोजन आयन सान्द्रण के मापन हेतु पैमाना है। pH पैमाना 0 से 14 तक के स्केल पर बँटा होता है। 25^0 C (298 K) पर उदासीन विलयन का pH मान 7 होता है। pH पैमाने पर 7 से कम वाला मान अम्लीय विलयन दर्शाता है जबकि 7 से अधिक pH मान क्षारीय विलयन दर्शाता है। सामान्यतः pH का लगभग मान ज्ञात करने हेतु सार्वत्रिक सूचक पेपर का उपयोग किया जाता है। यह pH के विभिन्न मानों को अलग–अलग रंग से दर्शाता है।



विधि : **(नोट–** सभी विलयन आसुत जल में बनाएँ। एक विलयन के लिए उपयोग में लायी गयी काँच की छड़/ड्रॉपर को जल द्वारा साफ करने के बाद ही दूसरे विलयन के लिए उपयोग में लाना चाहिए।)

1. एक परखनली स्टैण्ड में स्वच्छ परखनलियाँ लीजिए ।
2. ठोस पदार्थों का विलयन बनाने के लिए उस पदार्थ की चुटकी भर मात्रा लगभग 10 mL पानी में घोलें। फलों के रस का वैसे ही प्रयोग करें।
3. प्रत्येक विलयन की एक या दो बूँदें काँच की छड़ अथवा ड्रॉपर की सहायता से pH पेपर की विभिन्न पट्टियों (स्ट्रिप) पर डालें।
4. pH पेपर पर आए रंग का मिलान pH पेपर के रंग चार्ट से कर विलयन का pH मान नोट करें।
5. फल के रस का pH मान ज्ञात करने के लिए फल को निचोड़ कर उसके रस की 1 या 2 बूँद pH पेपर पर डालें तथा pH मान नोट करें।

अवलोकन तालिका :

क्रमांक	परीक्षण विलयन	लगभग pH मान
1.	मिट्टी का घोल	
2.	फल का रस	
3.	दूध	
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

निष्कर्ष : लिए गए पदार्थों के जलीय विलयन की अम्लीय/क्षारीय/उदासीन प्रकृति को पहचान कर निष्कर्ष लिखें।

प्रायोजना कार्य (धातु एवं धातुकर्म)

उद्देश्य : छत्तीसगढ़ में उपलब्ध लौह अयस्कों तथा उनसे धातु के निष्कर्षण की जानकारी प्राप्त कर धातु शिल्प के क्षेत्र में उनके उपयोग को जानना।

सिद्धान्त : छत्तीसगढ़ में प्रचुर मात्रा में अयस्क पाए जाते हैं और लौह अयस्क के क्षेत्र में हमारे प्रदेश का देश में महत्वपूर्ण स्थान है। ये अयस्क विभिन्न प्रकार की चट्टानों में पाए जाते हैं। मिट्टी के जमाव तथा अन्य कारणों से भी अयस्क बनते हैं। इस प्रायोजना के माध्यम से यह समझ पाएंगे कि लौह अयस्क–

1. छत्तीसगढ़ में किस तरह की चट्टानों में पाए जाते हैं?
2. इससे लोहे के निष्कर्षण के कौन–कौन से तरीके हैं?
3. धातु शिल्प के क्षेत्र में इनका किस प्रकार उपयोग किया जाता है?

विधि :

1. विद्यार्थियों के समूहों का निर्माण शिक्षक के मार्गदर्शन में किया जाए।
2. प्रायोजना पर कार्य करते समय प्रत्येक समूह अपने आस–पास के लोगों से निम्नलिखित प्रश्नों पर जानकारी प्राप्त करने हेतु प्रश्न तैयार करें जैसे–

- छत्तीसगढ़ में लौह अयस्क कहाँ–कहाँ पाया जाता है?
- पूर्व में लोहे के निष्कर्षण के स्थानीय तरीके क्या रहे हैं और अभी क्या हैं?
- लौह शिल्प का छत्तीसगढ़ में इतिहास क्या रहा है?
- धातु शिल्प का क्या रसायन है?
- छत्तीसगढ़ में पारंपरिक मिश्र धातुएँ कौन–कौन सी हैं?
- अपने घर और स्कूल में पाई जाने वाली विभिन्न वस्तुओं की सूची बनाइए जो विभिन्न मिश्र धातुओं से बनी हों।
- धातु शिल्प के साथ विभिन्न संस्कृतियों का क्या जुड़ाव है और यह स्थानीय संदर्भ से कैसे जुड़ता है?

प्रश्नों से प्राप्त उत्तरों के आधार पर प्रायोजना का प्रतिवेदन तैयार करें।

प्रायोजना कार्य (हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न)

उद्देश्य : अपने आस–पास के परिवारों से उनके द्वारा पॉलिथीन के उपयोग संबंधी जानकारी प्राप्त कर इसके उपयोग को समाप्त करने के लिए किए जा रहे प्रयासों का अध्ययन करना।

सिद्धान्त : पॉलिथीन से बनी वस्तुओं का उपयोग आज भी लोग अपने दैनिक जीवन में करते हैं। आज से 40–50 वर्ष पूर्व इनकी जगह किन वस्तुओं का उपयोग किया जाता था? क्या पहले उपयोग में लाए जाने वाले कागज आदि पदार्थों और पॉलिथीन दोनों का विघटन और पुनःचक्रण एक समान होता है?

चूंकि पॉलिथीन अधिकतर रसायनों के प्रति निष्क्रिय होता है इसलिए यह कचरे में इकट्ठा होता रहता है इसका विघटन नहीं होता। ऐसी स्थिति में कचरे के रूप में फेंके गए पॉलिथीन को या तो जलाकर नष्ट किया जाता है या फिर पुनःचक्रण करके पॉलिथीन के द्वितीयक उत्पाद बनाए जाते हैं। इन दोनों ही प्रक्रियाओं से पर्यावरण प्रभावित होता है। इस प्रायोजना के माध्यम से निम्नलिखित प्रश्नों पर विचार कीजिए –

1. पॉलिथीन को हमारे प्रदेश और देश में क्यों प्रतिबंधित किया गया है?
2. पॉलिथीन का उपयोग समाप्त हो सके इसके लिए क्या प्रयास किए जा रहे हैं?
3. पॉलिथीन को जलाने से किस तरह का उत्पाद बनता है और पर्यावरण पर इसका क्या प्रभाव पड़ता है?
4. पॉलिथीन के पुनः चक्रण से कौन सी वस्तुएँ बनती हैं?

विधि :

1. विद्यार्थियों के समूहों का निर्माण शिक्षक के मार्गदर्शन में किया जाए।
2. प्रत्येक समूह अपने क्षेत्र के चार परिवारों के सदस्यों से चर्चा करने के लिए प्रश्नावली बनाए और प्रश्नों पर चर्चा करने के बाद एक प्रतिवेदन तैयार करे।

3. प्रायोजना प्रतिवेदन तैयार करने के लिए पत्र–पत्रिकाओं या अन्य माध्यम जिनकी भी सहायता ली गई हो, उनकी सूची प्रत्येक समूह बनाए।

4. प्रायोजना कार्य के दौरान यदि नई बातें सामने आई हों या नए प्रश्न बने हों तो उन्हें अपने शिक्षक के साथ चर्चा कर प्रतिवेदन में आवश्यक रूप से लिखें।

5. विद्यार्थियों के समूहों द्वारा समुदाय को जागरूक करने के किए गए प्रयासों को भी प्रतिवेदन में शामिल करें। प्राप्त आंकड़ों और प्रतिवेदन का ध्यान से अवलोकन करते हुए निष्कर्ष लिखें।

6. समूहों द्वारा पॉलिथीन मुक्त पर्यावरण पर पोस्टर, सेमीनार, गीत एवं लघु नाटिका का आयोजन कर समुदाय को जागरूक बनाने के प्रयास किए जा सकते हैं।

प्रायोजना कार्य (दैनिक जीवन में रसायन)

उद्देश्य : साबुन बनाने की साबुनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन करना।

आवश्यक सामग्री : सोडियम हाइड्रॉक्साइड, वानस्पतिक तेल जैसे–20 mL एरंड तेल, 10 g साधारण नमक, आसुत जल, लाल तथा नीले लिटमस पत्र, 250 mL के दो बीकर, दो परखनलियाँ, एक काँच की छड़, 50 mL का एक मापन सिलिण्डर तथा एक चाकू।

सिद्धान्त : तेल या वसा की जब सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया कराई जाती है तो वसा अम्ल के सोडियम लवण (साबुन) तथा ग्लिसरॉल बनते हैं। यह अभिक्रिया साबुनीकरण कहलाती है।

$$\begin{array}{l} CH_2OCOC_{17}H_{35} \\ | \\ CHOCOC_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2OCOC_{17}H_{35} \end{array} + 3NaOH(aq) \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \end{array} + 3C_{17}H_{35}COONa$$

ट्राइग्लिसराइड *सोडियम हाइड्रॉक्साइड* *ग्लिसरॉल* *साबुन*

यह ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया है अर्थात् साबुनीकरण की प्रक्रिया में ऊष्मा मुक्त होती है।

विधि :

1. एक 250 mL के बीकर में लगभग 20 mL एरंड तेल (castor oil) लीजिए।

2. आसुत जल में लगभग 50 mL 20% सोडियम हाइड्रॉक्साइड (10 g NaOH का 40 g पानी में) का विलयन तैयार कीजिए और इस विलयन को 20 mL एरंड तेल में मिलाकर छड़ की सहायता से हिलाइए।

3. इस अभिक्रिया विलयन में क्रमशः लाल तथा नीले लिटमस पत्र को डुबाकर विलयन की प्रकृति की जाँच कीजिए। क्या आप किसी लिटमस पत्र के रंग में परिवर्तन देखते हैं? किए गए अवलोकन को अपनी कॉपी में नोट कीजिए।

4. बीकर को बाहर से स्पर्श कीजिए। यह गर्म है अथवा ठंडा?
5. इस मिश्रण में 5–10 g साधारण नमक डालिए और काँच की छड़ द्वारा मिश्रण को लगातार हिलाते रहिए जब तक कि साबुन बनना प्रारंभ न हो जाए।
6. इसे एक दिन ऐसे ही छोड़ दीजिए ताकि मिश्रण ठंडा होकर ठोस हो जाए।
7. साबुन केक को निकाल कर वांछित आकार और साइज में काटिए।
8. यदि एरंड तेल उपलब्ध न हो तो किसी भी खाद्य तेल का उपयोग किया जा सकता है।
9. साबुन में रंग, सुगंध हेतु अन्य पदार्थ मिलाए जा सकते हैं।

अवलोकन : 1 लाल लिटमस पत्र का रंग मिश्रण में डुबोए जाने पर ..... है तथा नीले लिटमस पत्र का रंग ..... है।

2. तेल में सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाने पर अभिक्रिया मिश्रण का ताप ..... (बढ़ता/घटता) है।

निष्कर्ष : लिटमस पत्र पर अपने अवलोकन के आधार पर साबुन विलयन का माध्यम (अम्लीय/क्षारकीय) निश्चित कीजिए। यह भी बताइए कि साबुनीकरण अभिक्रिया ऊष्माक्षेपी है अथवा ऊष्माशोषी?

साबुनीकरण अभिक्रिया में साबुन के साथ ग्लिसरॉल एक अलग उत्पाद के रूप में बनता है। साबुन, वसा अम्ल का लवण है और उसका अवक्षेपण होता है।

सावधानियाँ : 1. साबुन के विलयन को सावधानीपूर्वक हिलाएँ ताकि वह बाहर न छलके।

भौतिक विज्ञान

प्रायोजना कार्य : (प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन)

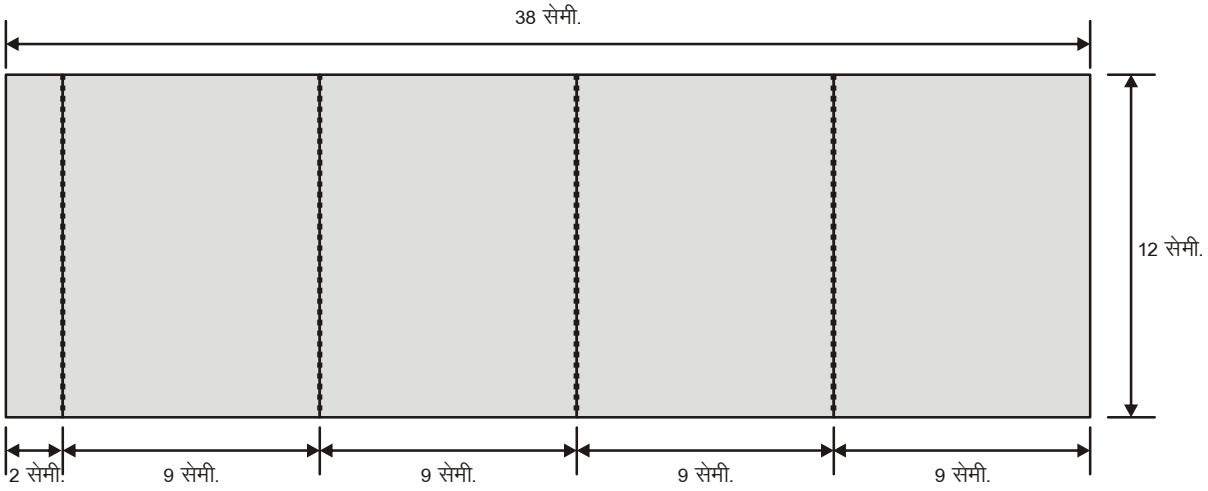
उद्देश्य : प्रकाशिक यंत्र बनाना।

सिद्धांत : पिनहोल कैमरा, सूक्ष्मदर्शी एवं दूरबीन ''प्रकाश सीधी रेखा में गमन करता है'' के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं।

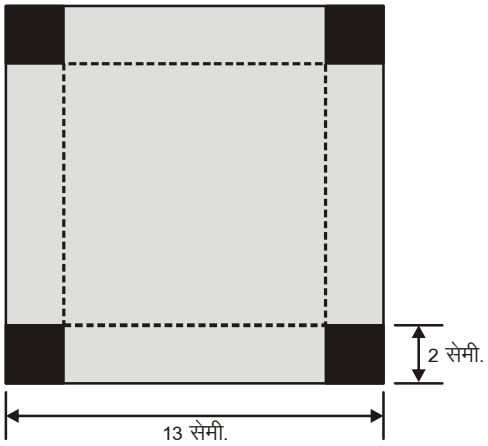
विधि : तुम्हें खास प्रकार के दो डिब्बे बनाने है। जिसके लिए तुम्हें काले कागज की आवश्यकता होगी।

पहले डिब्बे के लिए काले कागज की 38 सेमी. लंबी और 12 सेमी. चौड़ी एक पट्टी काट लो। इस पट्टी को चित्र में दिखाए तरीके से 9–9 सेमी. की दूरी पर चार जगह ठीक से मोड़ लो।

एक सिरे पर 2 सेमी. की एक पट्टी छूट जाएगी। इस पर गोंद लगाकर दूसरे सिरे से चिपका दो। यह खिड़की वाला डिब्बा तैयार हो गया जिसके दोनों सिरे खुले हैं।

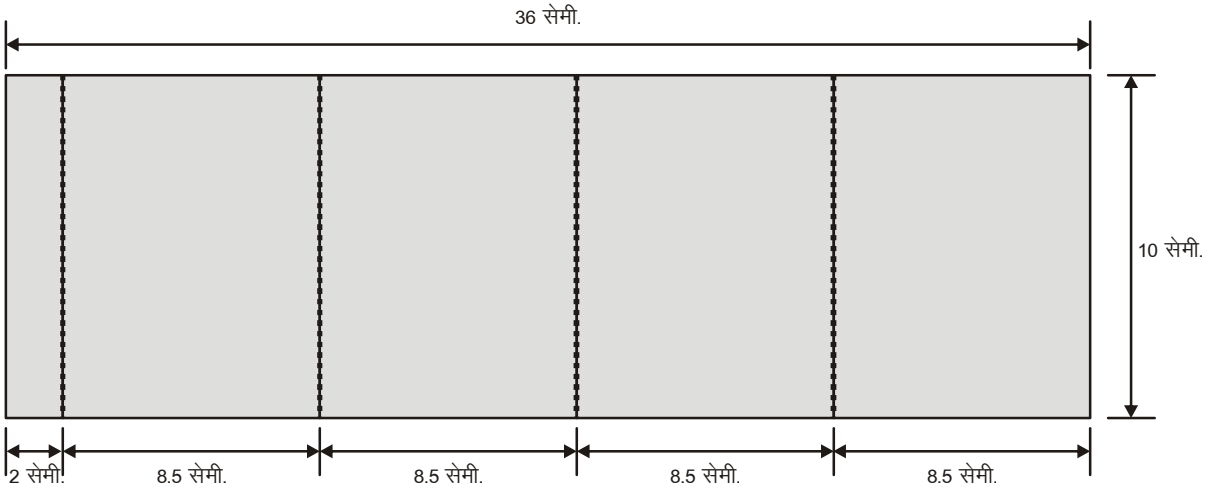


अब काले कागज में से 13 सेमी. भुजा वाला एक वर्ग काट लो। इसके चारों कोनों से 2 सेमी. भुजा वाले वर्ग काटकर निकाल दो। अब टूटी लाइनों पर से कागज को मोड़कर इसे खुले सिरे के डिब्बे की पेंदी में गोंद से चिपका दो।

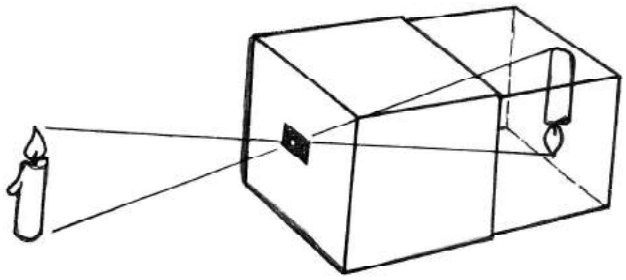


तुम्हारा पहला डिब्बा तैयार है। इसकी पेंदी के बीचोबीच आलपिन से एक बारीक छेद कर लो।

दूसरे डिब्बे के लिए काले कागज की 36 सेमी. लंबी और 10 सेमी. चौड़ी एक पट्टी लो। इसको 8.5 सेमी. की दूरी पर ठीक से मोड़ लो। अब ऊपर बताए तरीके से इसे भी चिपका लो। इसके एक खुले सिरे पर कोई पतला सफेद कागज सफाई से चिपका दो। सफेद कागज को अल्पारदर्शी बनाने के लिए उस पर थोड़ा–सा तेल पोत लो। यह तुम्हारा पर्देवाला डिब्बा बन गया।



अपना पिन होल कैमरा बनाओ



ऊपर वाले दोनों डिब्बे लो। खिड़की वाले डिब्बे के अंदर पर्दे वाला डिब्बा डालो। तुम्हारा कैमरा तैयार है। इस कैमरे के छेद के आगे एक जलती हुई मोमबत्ती रखो और दूसरी तरफ से पर्दे पर देखो।

पर्दे पर क्या दिखाई पड़ता है?

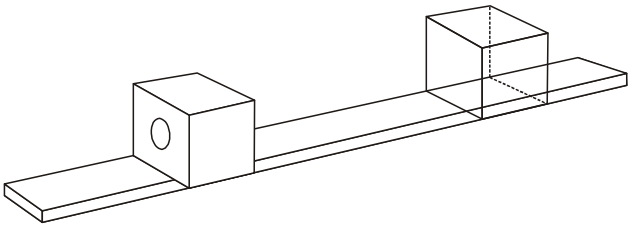
पर्दे को आगे–पीछे खिसकाओ और प्रत्येक स्थिति में पर्दे पर पड़ रहे मोमबत्ती के बिंब को ध्यान से देखो।

क्या पर्दे को आगे–पीछे सरकाने से बिंब पर कोई असर होता हैं?

यह बिंब कैसे बना होगा? चित्र देखकर इस प्रश्न का उत्तर समझने का प्रयत्न करो।

कैमरे में से किसी ऐसी वस्तु की तरफ देखो जिस पर खूब प्रकाश पड़ रहा हो, जैसे पेड़, मकान, इत्यादि। अब अपने कैमरे के पर्दे पर देखो। यदि आसपास का प्रकाश पर्दे पर पड़ रहा हो, तो डिब्बे के दोनों हाथों से ढक कर अंदर झांको।

अपनी दूरबीन बनाओ



दूरबीन बनाने के लिए मोटे उत्तल लेंस वाले डिब्बे के अतिरिक्त पतला उत्तला लेंस भी डिब्बे में लगाना होगा। इसके लिए पर्दे वाले डिब्बे के पर्दे में भी लगभग 3 सेमी. व्यास का एक वृत्त काट लो और ऊपर सीखी हुई विधि से कागज का फ्रेम बनाकर पतले लेंस को उसमें जमा दो। मोटे लेंस को अपनी आँख के पास रखो और पतले लेंस को उसी की सीध में लगभग 40 से.मी. दूर रखो।

पतले लेंस को थोड़ा आगे–पीछे करके देखो। किसी एक स्थिति पर दूर की वस्तुएँ निकट दिखने लगेंगी। अपनी दूरबीन से दूर की वस्तुएँ (पेड़, मकान इत्यादि) को देखो। प्रतिबिंब कैसा दिखता है?

सूक्ष्मदर्शी बनाओ

एक हाथ में मोटा वाला लेंस लो। इससे अपनी पुस्तक के अक्षरों को देखो। पहले अक्षर बड़े दिखते हैं। लेंस को अब किताब से धीरे–धीरे दूर हटाओ ताकि अक्षर उल्टे दिखने लगे।

इस लेंस को इसी प्रकार रखते हुए पतला वाला लेंस आँख के सामने रखकर अक्षरों को देखो। दोनों लेंसों को थोड़ा नीचे करके प्रतिबिंब स्पष्ट कर लो।

क्या अक्षर बड़े दिखते हैं?

प्रतिबिंब कैसा दिखता है? उल्टा या सीधा?

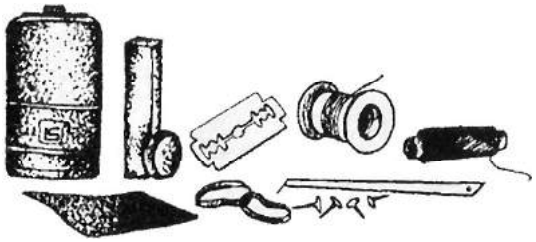
प्रायोजना कार्य : (विद्युत के चुंबकीय प्रभाव)

उद्देश्य : विद्युत–परिपथ को लगातार बन्द–चालू, चालू–बन्द करके चुम्बकीय क्षेत्र पैदा किया जा सकता है; और चुम्बकीय क्षेत्र को तेजी से कम–ज्यादा, ज्यादा–कम करके या बदलकर बिजली पैदा की जा सकती है।

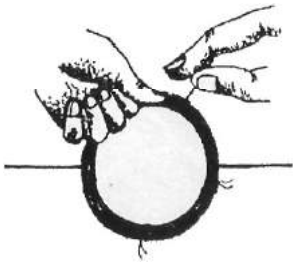
सिद्धांत : हमारे आस–पास ही पंखे में, टेप–रिकॉर्डर में, घर में बजने वाली घंटी आदि में बदलते हुए विद्युत क्षेत्र से चुम्बकीय क्षेत्र बनाने के कारण ही मोटर चलती है, घंटी बजती है..

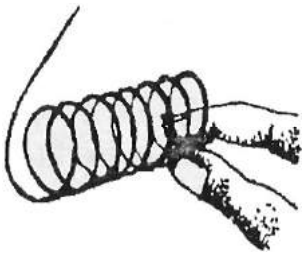
आवश्यक सामग्री :

1. तकरीबन एक मीटर लम्बा 24 गेज का मोटर रिवाइंडिंग में इस्तेमाल होने वाला तांबे का तार। यह आमतौर पर बिजली की दुकान पर मिल जाता है। इस पर प्लास्टिक नहीं चढ़ा होता, सिर्फ कुचालक पेंट (एनेमल) चढ़ाया होता है।
2. टॉर्च में डलने वाला सेल
3. चुम्बक– चकती चुम्बक या छड़ चुम्बक
4. ब्लेड या रेगमाल कागज़
5. स्टोव–पिन
6. साइकल ट्यूब के छल्ले
7. कील
8. धागा



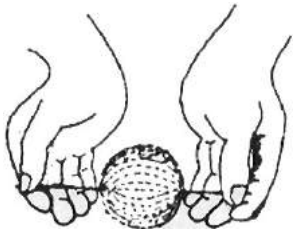
विधि :

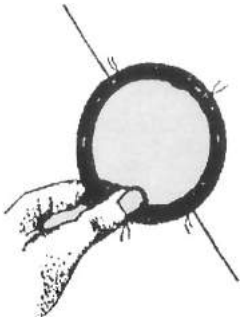




सबसे पहले तार को सेल पर 10–15 बार गोल–गोल लपेटकर एक छल्ला–सा बना लो। सेल से उतारने पर छल्ला खुल नहीं जाए इसलिए उसे दो–चार जगह कसकर धागे से बाँधना अच्छा रहेगा। तार के दोनों खुले सिरों से लपेटे देकर भी छल्ले को कसा जा सकता है या फिर टेप चिपकाई जा सकती है।

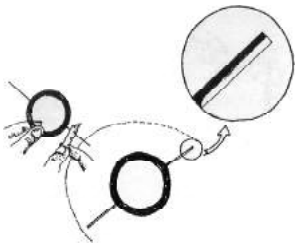
इस प्रयोग अर्थात् मोटर का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा यही छल्ला है इसलिए इसे बनाने पर सबसे ज़्यादा ध्यान देना होगा। छल्ले के दोनों छोर केन्द्र से गुज़रने वाली रेखा की बिल्कुल सीध में होने चाहिए।



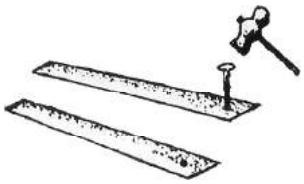


अगर छल्ला इस धुरी पर अच्छी तरह से संतुलित होगा तभी वह ठीक से, स्वतंत्रता से घूम पाएगा। उसका संतुलन परखने के लिए चित्र के मुताबिक छल्ले को दो उंगलियों पर रखकर घुमाकर देख सकते हैं।

अगर आसानी से घूमने लगे और काफी देर तक घूमता रहे तो एकदम सही छल्ला तैयार हो गया है। अगर किसी एक तरफ वजन ज्यादा हो गया हो तो एकदम समझ में आ जाएगा कि छल्ला ठीक से नहीं घूम रहा है और झटके खाकर तुरन्त रुक जाता है।

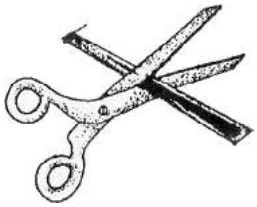


अब इस छल्ले के दोनों सिरों के सिर्फ ऊपरी आधे हिस्से पर चढ़े कुचालक पेंट (एनेमल) को खुरचकर हटाना होगा। यह काम भी ध्यान से करना होगा। पूरा पेंट नहीं उतारना है, चित्र–5 में दिखाए मुताबिक दोनों तारों को सिर्फ एक तरफ से घिसना है। पूरा पेंट उतरने पर मोटर नहीं चलेगी। ऐसा करने से इस छल्ले के दोनों सिरों के आधे हिस्से पर तांबा और आधे हिस्से पर कुचालक पेंट रह जाएगा।

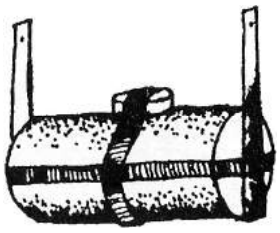


इस तरह से आधे हिस्से को कुचालक और आधे को सुचालक रखकर विद्युत–परिपथ को तोड़ने–बनाने की व्यवस्था की गई है, जिसकी बात शुरुआत में की गई थी।

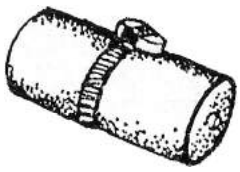
छल्ला तैयार हो जाने के बाद एक स्टोव–पिन को कैंची की मदद से दो बराबर हिस्सों में काट लो।



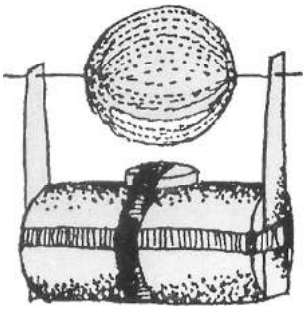
एक छोटी कील से दोनों टुकड़ों के सिरों में एक–एक छेद बनाओ।



अगर चकती चुम्बक मिल जाए तो उसे साइकल ट्यूब के छल्लों की मदद से सैल के ऊपर चढ़ा दो। दरअसल, हमें चकती या छड़ चुम्बक से ऐसा इंतज़ाम करना है जिससे एक ही ध्रुव छल्ले की तरफ रहे।



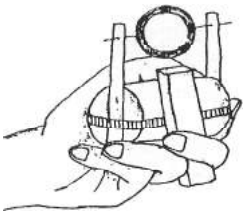
एक और साइकल ट्यूब के छल्ले को सेल पर लम्बाई में चढ़ा दो। इस छल्ले में दोनों तरफ स्टोव–पिन फंसानी होगी जिससे पिनें सेल के धन ओर ऋण सिरों से सट जाएं, एकदम छू जाएं। स्टोव की इन पिनों के सहारे ही विद्युत–परिपथ पूरा होता है।



अब दोनों पिनों को थोड़ा–सा फैलाकर, उनके सुराख में तांबे का छल्ला डाल दो। इस मोटर के सब हिस्सों, सम्पर्क और संतुलन, जांच–परखने के बाद छल्ले को हल्का–सा धक्का दो। घूमने लगा न?

अगर छल्ला थोड़ी देर घूमकर रुक जाए तो उल्टी दिशा में धक्का देकर देखो।

अगर मोटर फिर भी न चले तो आपको यह सब फिर से देखना होगा– छल्ले का संतुलन, छल्ले के दोनों सिरों को एक–एक तरफ से अच्छी तरह से घिसा है न? और कहीं पूरे सिरों को तो सफाचट नहीं कर दिया न?, सब विद्युत सम्पर्क। कहीं जंग तो नहीं लगा रह गया?, छल्ला चुम्बक के सिरे से बहुत दूर तो नहीं है कहीं?

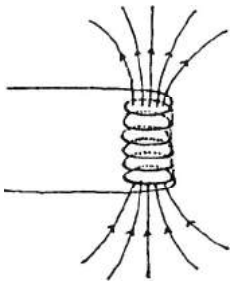


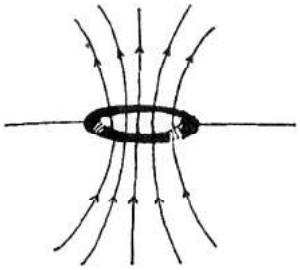
अगर मोटर ठीक से चलने लगे तो अब उसके साथ बहुत सारे खेल और प्रयोग हो सकते हैं।

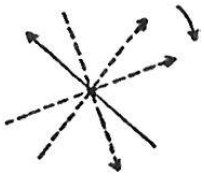
- छल्ले में चित्र फंसाकर persistence of vision समझाने के लिए खिलौना बनाया जा सकता है।
- छल्ले में चक्करों की संख्या, छल्ले का साइज़, छल्ले का आकार... इन सबको बदलकर देख सकते हैं कि क्या होता है। मोटर के चलने की रफ्तार, दिशा आदि पर क्या असर पड़ता है।
- मोटर को उल्टा रखकर, लटकाकर चलाने से एक और मज़ेदार बात समझ में आएगी।

मोटर बना लेने के बाद अब समझने की कोशिश करते हैं कि यह मोटर चल कैसे रही है, छल्ला घूम कैसे रहा है?

जब भी किसी कुंडली में से बिजली (विद्युत–धारा) गुज़रती है तो उससे एक चुम्बकीय क्षेत्र बनता है जिसका प्रभाव कुछ ऐसा होता है मानो कि उसके बीच एक छड़ चुम्बक रखी हो।

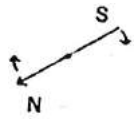






इसका अर्थ है कि जब भी स्टोव–पिन में फंसे हुए छल्ले का साफ किया हुआ यानी सुचालक हिस्सा स्टोव–पिन को छूता है तो छल्ले में से विद्युत–धारा गुज़रती है और छल्ला एक चुम्बक की तरह व्यवहार करने लगता है।

अर्थात् हमारे पास कुछ ऐसी स्थिति है जिसमें एक छड़ या चकती चुम्बक नीचे की ओर स्थिर रखा हुआ है और ऊपर की तरफ एक स्वतंत्र रूप से घूमने वाली छड़ (यहाँ छल्ला) रखी हुई है– जो घूमने पर आधा समय चुम्बक जैसा व्यवहार करेगी और आधा समय केवल छड़ जैसा।

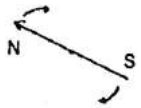


जब तार का साफ किया हुआ हिस्सा स्टोव–पिन को छुए तब विद्युत–धारा बहेगी और छड़, चुम्बक की तरह व्यवहार करेगी। बाकी आधा समय चूंकि एनेमल पेंट वाला हिस्सा स्टोव–पिन के संपर्क में रहेगा इसलिए विद्युत–धारा नहीं बहेगी और छड़, छड़ ही रहेगी। छल्ले को धक्का देकर घुमाने पर क्या होता है, अब उसे चित्रों द्वारा समझने की कोशिश करते हैं।

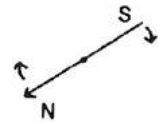
नीचे का स्थिर चुम्बक और ऊपर की स्वतंत्र छड़ जिसे घुमाया जा सकता है।

मान लीजिए इस स्थिति में छल्ला पहुँचने पर उसका सुचालक हिस्सा स्टोव–पिन को छूता है। उसमें से विद्युत–धारा बहने पर वह चुम्बक जैसे बर्ताव करेगा। इससे नीचे वाले स्थिर चुम्बक के पास वाले (N) सिरे को दूर की ओर धक्का लगेगा। और दूर वाला (S) सिरा आकर्षित होगा जिससे छल्ला घूमने लगेगा।

अभी वही स्थिति है, N को धक्का लग रहा है और S आकर्षित हो रहा है। छल्ले का आधा चक्कर पूरा होने पर उसका कुचालक सिरा स्टोव–पिन को छूने लगता है। विद्युत–धारा बन्द हो जाती है। पर पहले के धक्के के कारण छल्ला थोड़ी देर तक घूमता रहेगा।

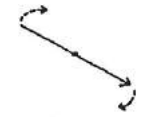


विद्युत–परिपथ अभी भी बन्द है परन्तु शुरुआती धक्के के असर से छल्ले का घूमना अभी भी जारी है।



छल्ले का सुचालक हिस्सा फिर से स्टोव–पिन को छूने लगता है और शुरुआत वाली स्थिति फिर से पैदा होती है जिसमें छल्ले को धक्का लगता है।

बस यही क्रिया चलती रहती है और छल्ला घूमने लगता है। यही है हमारी मोटर।



प्रायोजना कार्य : (ऊर्जा: स्वरूप एवं स्रोत)

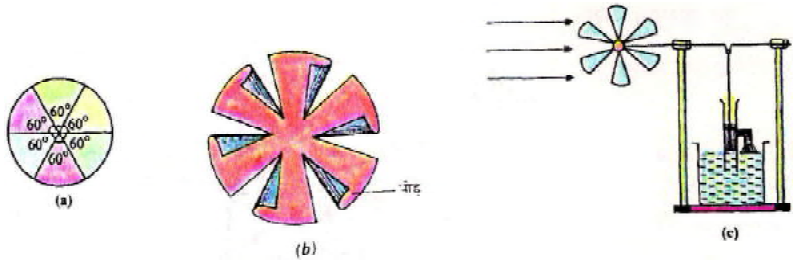
उद्देश्य : पवन चक्की का मॉडल बनाकर पवन ऊर्जा की दैनिक जीवन में उपयोगिता को प्रदर्शित करना।

आवश्यक सामग्री : टिन की चादर, टिन काटने की कैंची (टीनकटर) साइकिल स्पोक, स्टैंड मिट्टी का तेल निकालने का हल्का पम्प स्केल, चांदा, पानी रखने का पात्र पानी आदि।

सिद्धांत : बहती हुई वायु को पवन कहते हैं। पवन में गतिज ऊर्जा होने के कारण कार्य करने की क्षमता होती हैं। जब किसी पवन चक्की के ब्लेडों से वायु टकराती है, तो इन पर बल लगता है। जिसे पवन चक्की का पहिया घुमने लगता है। पवन चक्की के लगातार घुमते हुए पंखों की घुर्णन गति का उपयोग करके पवन ऊर्जा उत्पन्न की जाती है।

विधि :

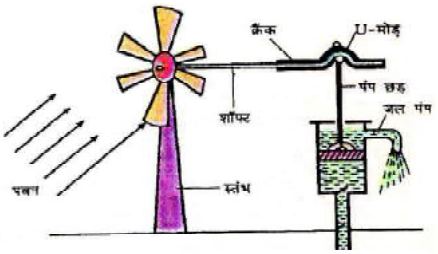
1. टिन की चादर के टुकड़े से टिन काटने की कोची द्वारा बड़ी वृत्ताकार चकती काट लीजिए।
2. इस चकती को बराबर भागों $\left(\frac{360^\circ}{6} = 60^\circ\right)$ में बांटकर प्रत्येक भाग को परिधि से केंद्र की ओर कुछ दूरी तक काट लेते हैं। (चित्र–a)
3. प्रत्येक भाग के एक–एक किनारे को दूसरे चित्र (चित्र–b) की भांति थोड़ा सा मोड़ देते हैं। यह पवन चक्की का पहिया कहलाता है।



चित्र : पवन चक्की द्वारा पानी निकाला गया।

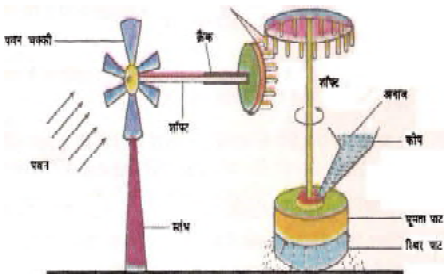
4. अब साइकिल के स्पोक को तीसरे चित्र सी की भांति ठीक बीच से यू आकार में मोड़ देते हैं।
5. मिट्टी तेल निकालने वाले पंप के हैण्डिल को इस यू आकार के मोड़ में फिट कर देते हैं।
6. साइकिल के स्टैंड को एक स्टैंड में चित्रानुसार लगा देते हैं।
7. स्पोक के एक किनारे पर पवनचक्की का पहिया इस प्रकार संयुक्त करते हैं कि पहिये के साथ–साथ स्पोक भी घूम सके।
8. मिट्टी तेल निकालने वाले पंप को पानी से भरे पात्र में डुबा देते हैं। ताकि पानी निकलने वाला भाग बाहर रहे।
9. अब इस पवन चक्की को तेज हवा के सामने इस प्रकार रखते हैं कि इसका पहिया हवा के सामने रहे।

अवलोकन : वायु (पवन) के हाथ पवन चक्की के घूमने पर स्पोक घूमते हैं जिससे पंप का हैंडल ऊपर नीचे होता है और पानी निकलता है। इस प्रायोजना का उपयोग कुएं से पानी खीचने या भूमिगत जल निकालने हेतु भी किया जाता है (चित्र)

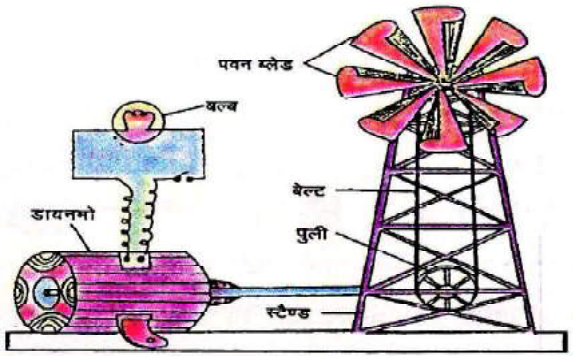


टीप–

1. यदि वायु न बह रही हो तो तेज वायु के लिए टेबल पंखे का उपयोग किया जाता है। पवनचक्की कभी कम गति से बह रही हवा में कार्य नहीं करती है।
2. यदि पवनचक्की के स्पोक से पटा (बेल्ट) द्वारा छोटे से डायनेमो जोड़ दिया (चित्रानुसार) जाय तो इससे विद्युत भी पैदा की जा सकती है।



इसी प्रकार बहती हुई वायु द्वारा पवनचक्की अनाज (गेहूँ) को पीसने के काम में लाई जाती है।



परिणाम : पवनचक्की के इस प्रतिरूप से यह प्रमाणित होता है। की बहती वायु की गतिज ऊर्जा को विभिन्न ऊर्जा के रूपों में बदलकर दैनिक जीवन के विविध कार्यों में उपयोग में लाया जा सकता है।

सावधानियाँ :

1. पवन चक्की की पंखुड़ियों की दिशा वायु के बहाव की दिशा में होनी चाहिए।
2. पम्प को हल्का होना चाहिए।
3. पवन चक्की की पंखुड़ियां साफ्ट कोक, पुली (घरनी) हल्की होना चाहिए।
4. पवन चक्की को अधिक वायु के प्रवाह क्षेत्र में रखा जाना चाहिए।

लाभ :

1. इससे ऊर्जा के परम्परागत स्रोतों की बचत होती हैं। (कोयला तेल आदि)
2. भविष्य में उत्पन्न होने वाले ऊर्जा संकट से बचा जा सकता है।
3. इससे पर्यावरण प्रदूषण मुक्त होता है।
4. इससे प्राप्त ऊर्जा को विभिन्न रूपों में रूपांतरित किया जा सकता है।
5. इससे व्यापक तंत्र में विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है। जैसे गुजरात प्रांत में।

दोष एवं सीमाएं :

1. इससे लगातार कार्य नहीं लिया जा सकता।
2. यह कम बहाव वाले वायु क्षेत्रों में प्रभावशाली नहीं होती।
3. यह 60 प्रतिशत से 70 प्रतिशत पवन ऊर्जा को ही कार्य में बदलता है।
4. यदि पवन पर्याप्त मात्रा में न हो तो पवन चक्की को नहीं चलाया जा सकता।
5. इसे स्थापित करने के लिए ज्यादा क्षेत्र की आवश्यकता होती है।

उत्तरमाला

अध्याय–1 जीवों का विकास

1. (i) (ब) (ii) (ब) (iii) (अ) (iv) (अ)
2. (i) जैविक प्रजाति
   (ii) विविधता
   (iii) विविधता / विभिन्नता / विशिष्ट लक्षण / लाभदायी विभिन्नता।

अध्याय–2 अम्ल, क्षारक एवं लवण

1. (i) अ (ii) ब (iii) स (iv) द (v) स
   (vi) स (vii) स

अध्याय–3 ऊष्मा और ताप

1. (i) (ब) (ii) (अ) (iii) (अ) (iv) (द)
2. (i) ऊर्जा (ii) तापांतर (iii) ठोस (iv) माध्यम (v) नहीं
6. (i) –10°C (ii) 212°F (iii) –261°C

अध्याय–4 तत्वों का आवर्ती वर्गीकरण

1. (i) द (ii) ब (iii) ब (iv) स (v) अ

अध्याय–5 हमारा पर्यावरण : पारिस्थितिक तंत्र में ऊर्जा का प्रवाह

(i) अ (ii) स (iii) ब (iv) ब (v) स
(vi) अ (vii) ब

अध्याय–6 विद्युत धारा एवं परिपथ

1. (i) (स) (ii) (ब) (iii) (ब) (iv) (द) (v) (ब)
2. (i) असमान (ii) असमान (iii) यूनिट (iv) टंगस्टन (v) प्रतिरोधकता

अध्याय–7 जैविक प्रक्रियाएँ: पोषण, परिवहन, श्वसन, उत्सर्जन

1. (i) (ब) (ii) (ब) (iii) (ब) (iv) (अ) (v) (स)

अध्याय–8 जैविक प्रक्रियाएँ: नियंत्रण एवं समन्वय

1. (i) (द) (ii) (द) (iii) (अ) (iv) (ब) (v) (ब)

अध्याय–9 धातु एवं धातुकर्म

1. (i) (स) (ii) (ब) (iii) (स) (iv) (स) (v) (ब)
2. (i) विस्थापन (ii) हैमेटाइट (iii) समांगी (iv) निस्तापन

अध्याय–10 प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन समतल सतह से

1. (i) (स) (ii) (द) (iii) (स) (iv) (ब)
2. (i) वस्तु के आकार (ii) स्नेल का (iii) शून्य (iv) पूर्ण आन्तरिक परावर्तन

अध्याय–11 अधातुओं का रसायन

1. (i) (ब) (ii) (अ) (iii) (द) (iv) (स) (v) (ब)
2. (i) फ्लुओरीन (ii) कम (iii) दायीं (iv) हाइड्रोजन

अध्याय–12 विद्युत के चुंबकीय प्रभाव

1. (i) (ब) (ii) (स) (iii) (ब) (iv) (द) (v) (अ)
2. (i) जनित्र (ii) विद्युत मोटर (iii) प्रेरित धारा (iv) गतिशील बल
   (v) चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा

अध्याय–13 प्रकाशः परावर्तन एवं अपवर्तन गोलीय सतह से

1. (i) (अ) (ii) (अ) (iii) (अ)(iv) (अ) (v) (अ) (vi) (स)
2. (i) छोटा एवं आभासी (ii) वक्रता केन्द्र (iii) 20 से.मी. (vi) 4D

अध्याय–14 जैविक प्रक्रियाएँः प्रजनन, वृद्धि और परिवर्धन

(i) (द) (ii) (स) (iii) (द)

अध्याय–15 आनुवंशिकीः जनकों से संतान तक

1. (i) (द) (ii) (द) (iii) (ब)

अध्याय–16 हाइड्रोकार्बन के व्युत्पन्न

1. (i) (अ) (ii) (स) (iii) (ब) (iv) (अ)

अध्याय–17 दैनिक जीवन में रसायन

1. (i) (स) (ii) (ब) (iii) (द) (iv) (स)
2. (i) (द) (ii) (फ) (iii) (इ) (iv) (स)

अध्याय–18 ऊर्जाः स्वरूप एवं स्रोत

1. (i) (स) (ii) (द) (iii) (अ) (iv) (अ) (v) (स)
2. (i) बरसात (ii) विद्युत ऊर्जा (iii) 1. तरंग ऊर्जा, 2.ज्वारीय ऊर्जा, 3.महासागरीय तापीय ऊर्जा
4. प्रकाश ऊर्जा, ऊष्मीय ऊर्जा