

भाग - 2

विज्ञान का शिक्षण

विकास समूह

- 1- अलका मेहरोत्रा, प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
(समन्वयक -अंग्रेजी संस्करण)
2. अंजनी कौल, प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
3. आर.आर. कोईरंग, असिस्टेंट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
4. आर.एस. सिन्धु, प्रोफेसर (सेवानिवृत्त), डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
5. आर. के. पाराशर, प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
6. गगन गुप्त, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
7. जयश्री शर्मा, प्रोफेसर (सेवानिवृत्त), डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
8. शशि प्रभा, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
9. सी.वी. सिमरे, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
10. सुनीता एल. वर्ते, असिस्टेंट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
11. सुनीता फारक्या, प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली

हिन्दी अनुवादक

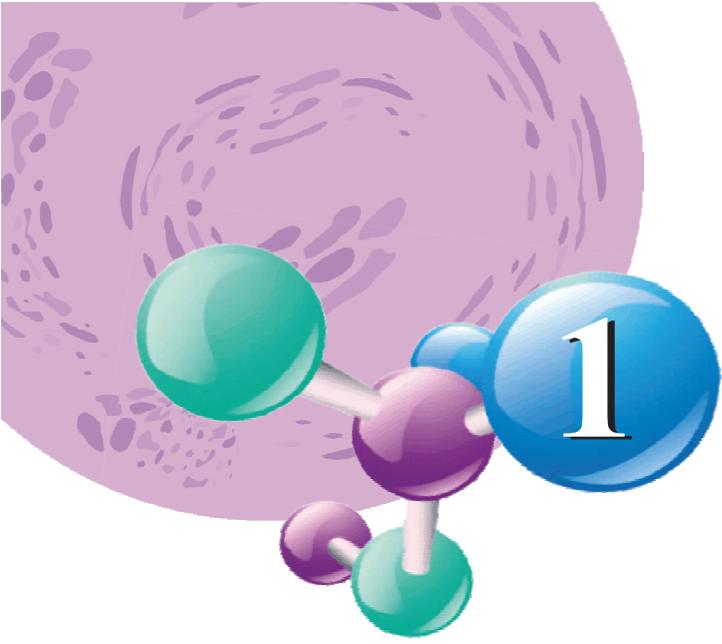
1. आलोक चतुर्वेदी, एसोसिएट प्रोफेसर, रसायन विज्ञान विभाग, एसपीसी गवर्नमेन्ट कालेज, अजमेर
2. कन्हैया लाल, प्रधानाचार्य (सेवानिवृत्त), 121, अफगानान, दिल्ली गेट, गाजियाबाद, उत्तर प्रदेश
3. के.के. शर्मा, प्रधानाचार्य (सेवानिवृत्त)
4. के.जी. ओझा, रसायन विभाग (सेवानिवृत्त), एम.डी.एस, विश्वविद्यालय, अजमेर
5. बालकृष्ण सिन्हा, विज्ञान अधिकारी (सेवानिवृत्त), वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
6. राजेन्द्र जोशी, प्रवक्ता (सेलेक्शन ग्रेड) (सेवानिवृत्त), डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
7. शशि प्रभा, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली

समीक्षा एवं संपादन समूह

1. अलका मेहरोत्रा, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
2. अमर श्रीवास्तव, एसोसिएट प्रोफेसर, डी.ए.वी. कालेज, कानपुर
3. अंजनी कौल, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
4. आशीष कुमार श्रीवास्तव, असिस्टेंट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
5. आलोक चतुर्वेदी, एसोसिएट प्रोफेसर, रसायन विज्ञान विभाग, एसपीसी गवर्नमेन्ट कालेज, अजमेर
6. आर.एस. दास, उप-प्रधानाचार्य (सेवानिवृत्त), वैशाली, गाजियाबाद
7. आर.जी. शर्मा, एडीई, विज्ञान, (सेवानिवृत्त), नई दिल्ली
8. कन्हैया लाल, प्रधानाचार्य (सेवानिवृत्त), 121, अफगानान, दिल्ली गेट, गाजियाबाद, उत्तर प्रदेश
9. के.जी. ओझा, रसायन विभाग (सेवानिवृत्त), एम.डी.एस, विश्वविद्यालय, अजमेर
10. पुष्पलता वर्मा, असिस्टेंट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
11. बालकृष्ण सिन्हा, विज्ञान अधिकारी (सेवानिवृत्त), वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
12. बी.के. आर्या, पी.जी.टी. (जीव विज्ञान), ज.न.वि., सोनीपत
13. रिजाउल करीम, असिस्टेंट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
14. राजेन्द्र जोशी प्रवक्ता (सेलेक्शन ग्रेड) (सेवानिवृत्त), डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
15. विशाल कुमार टाक, पी.जी.टी. (जीवविज्ञान), केन्द्रीय विद्यालय न०1, अजमेर
16. वी.पी. श्रीवास्ताव, प्रोफेसर (सेवानिवृत्त), डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली
17. शशि प्रभा, एसोसिएट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली

सदस्य समन्वयक

आशीष कुमार श्रीवास्तव, असिस्टेंट प्रोफेसर, डीईएसएम, एनसीईआरटी, नई दिल्ली



1

विज्ञान में आकलन और मूल्यांकन

परिचय

शिक्षा में आकलन शब्द विशेष तरीकों से उपयोग में लिया जाता है। यह किसी व्यक्ति या समूह के निष्पादन की गुणवत्ता का निर्धारण करने के लिए काम में लिया जाता है। यह पता लगाने की कोशिश करता है कि विद्यार्थी क्या जानता है और वह किस प्रकार विभिन्न परिस्थितियों में किसी कार्य के प्रति प्रतिक्रिया करता है। उसे पूरा करता है। कभी-कभी दो शब्दों 'आकलन' और 'मूल्यांकन' में भ्रम पैदा हो जाता है। कुछ संदर्भों में ये पर्यायवाची शब्दों की तरह उपयोग में लाए जाते हैं। बेहतर है कि इन्हें दो भिन्न प्रक्रमों के रूप में समझा जाए, जिन्हें शिक्षक विद्यार्थियों में जीवन पर्यन्त अधिगम कौशलों के निर्माण के लिए मदद करने हेतु काम में लेते हैं। ये विभिन्न उद्देश्यों के लिए काम में लिए जाते हैं। आकलन, सम्पन्न होने वाले कार्यों का निष्पादन और अधिगम परिणामों के उन्नयन हेतु ज्ञान, कौशलों, अभिवृत्तियों इत्यादि के लिए फीडबैक देता है। मूल्यांकन निष्पादन की गुणवत्ता या परिणाम के स्तर का निर्धारण करता है और प्रदर्शित गुणवत्ता के स्तर के आधार पर मूल्यांकनकर्ता को निर्णय लेने योग्य बनाता है। **संक्षेप में हम कह सकते हैं कि आकलन आगामी निष्पादनों को सुधारने में मदद करता है, जबकि मूल्यांकन वर्तमान निष्पादन की गुणवत्ता को निर्धारित करने के लिए है। अतः, आकलन के बाद निष्पादन के सुधार के लिए सुझाव दिए जाते हैं।** ये दोनों प्रक्रम एक दूसरे के पूरक हैं और शिक्षा में आवश्यक हैं। यद्यपि आकलन और मूल्यांकन के उद्देश्य भिन्न होते हैं तथापि दोनों ही प्रक्रमों में समान चरण शामिल होते हैं। दोनों प्रक्रमों में किसी कार्य-निष्पादन के परिणाम के निर्धारण के लिए मापदण्ड तय होता है। दोनों में निष्पादन की गुणवत्ता के स्तर के बारे में जानकारी प्राप्त करने के लिए आँकड़ों को इकट्ठा करने और अन्य प्रमाणों की आवश्यकता होती है।

मूल्यांकन - मूल्यांकन वह शब्द है जो कार्य-निष्पादनों के गुणवत्ता स्तर के निर्धारण का वर्णन करने के लिए काम में लिया जाता है। मूल्यांकन प्रक्रम केवल गुणवत्ता के वास्तविक स्तर पर केंद्रित होता है, बिना इस तथ्य का विचार किए कि यह स्तर क्यों प्राप्त हुआ। यह विद्यार्थियों के निष्पादन के बारे में निर्णय करने वाला होता है और इस कारण यह शिक्षक द्वारा प्रयुक्त शिक्षण कार्यनीतियों की सफलता के बारे में है। यह एक प्रकार से निर्णय करने वाला होता है- शिक्षक विद्यार्थियों के निष्पादन के बारे में और अपनी शिक्षण कार्यनीतियों के बारे में निर्णय लेती/लेता है। उदाहरण के लिए, शिक्षक विद्यार्थी 'A' के बारे में निर्णय लेती/लेता है कि रसायन में उसका निष्पादन निम्नकोटि का है और उसे सुधार की आवश्यकता है अथवा विद्यार्थी ने अपनी पूर्व परीक्षा की तुलना में बेहतर निष्पादन किया है। शिक्षक स्वयं अपनी कार्यनीतियों के बारे में भी निर्णय ले सकती है/सकता है। उदाहरण के लिए, शिक्षक अनुमान लगाती है कि परमाणु संरचना के विषय-वस्तु में उसके विद्यार्थियों का



निष्पादन खराब रहा और अपनी शिक्षण कार्यनीतियों को बदलने का प्रयास करती है अथवा वह अनुमान लगाती है कि विद्यार्थियों को परमाणु संरचना के विषय-वस्तु को समझने के लिए पर्याप्त प्रारंभिक ज्ञान नहीं है। किसी मूल्यांकन रिपोर्ट में, केवल निष्पादन की वास्तविक गुणवत्ता के संबंध में जानकारी दी जाती है। यह एक ग्रेड या अंक या एक मूल्यांकन कथन जैसे 'अच्छा कार्य' 'औसत निष्पादन' इत्यादि के रूप में हो सकती है। मूल्यांकन रिपोर्ट का उद्देश्य गुणवत्ता के स्तर और गुणवत्ता के निर्धारित स्तर पर आधारित संभावित परिणामों की रिपोर्ट करना है। **इसका उपयोग आगामी निष्पादनों में सुधार हेतु सुझाव देने के लिए नहीं किया जाता है। मूल्यांकन तब होता है जब किसी पाठ, कार्य, टेस्ट, क्विज़ या किसी अन्य अधिगम गतिविधि के पूर्ण होने पर उसका स्तर निर्धारित किया जाता है।**

मापन - मापन एक मूल्यांकन है जिसे मात्रात्मक पदों (संख्याओं) में व्यक्त, किया जाता है। यह किसी विशेषता या गुण का संख्या/संख्याओं के रूप में परिमाणीकरण से संबंधित होता है। बजाए यह कहने कि, लगता है विद्यार्थी 'A' परमाणु संरचना को समझ/नहीं समझ रहा है, शिक्षक कहता/कहती है कि विद्यार्थी 'A' परमाणु संरचना के विषय-वस्तु पर दस में से मात्र छह प्रश्नों के उत्तर दे पाया/पाई और 20 में से 12 अंक प्राप्त किए। मापन किसी शिक्षक को एक विद्यार्थी की तुलना अन्य विद्यार्थियों से अथवा किसी विशेष कार्य में विद्यार्थी के निष्पादन से अथवा किसी विशेष विद्यार्थी के निष्पादन की तुलना विभिन्न अवसरों पर करने की अनुमति देता है। किसी मूल्यांकन में, कुछ गुणों को मात्रात्मक रूपों में व्यक्त नहीं किया जा सकता।

उदाहरण के लिए –

- माता-पिता से जानकारी
- विद्यार्थी की पसंद, रुचियाँ
- विद्यार्थी की अभिवृत्तियाँ, प्रेरणाएं, योग्यता
- अंतः प्रज्ञा, इत्यादि

आकलन एक व्यापक शब्द है। इसमें एक विद्यार्थी के कौशल, ज्ञान, योग्यताओं (उदाहरण के लिए, क्या बच्चा, समूह में मार्गदर्शक के रूप में उभर रहा है?), अभिवृत्तियों, गुणों, इत्यादि के बारे में सभी प्रकार की औपचारिक और अनौपचारिक जानकारी शामिल होती है। आकलन के लिए एक समयावधि में विद्यार्थियों के सीखने के प्रमाणों को इकट्ठा करने की आवश्यकता होती है। विद्यार्थियों के सीखने के प्रमाणों को अनेक अन्य अधिगम कार्यों के साथ-साथ लिखित टेस्ट, पत्रिकाओं में संवाद लेखों, अन्य लिखित कार्यों, पोर्टफोलियों, मौखिक टेस्ट, प्रस्तुतियों, परियोजना कार्य, इत्यादि द्वारा इकट्ठा किया जा सकता है। आकलन लिखित टेस्ट से हटकर प्रेक्षणों और निष्पादनों, शिल्प - तथ्यों की रचना, इत्यादि के आधार पर किया जा सकता है। आकलन शब्द का प्रयोग तब होता है जब कोई व्यक्ति यह देखता है कि निष्पादन के परिणाम के गुणवत्ता स्तर को भविष्य में किस प्रकार सुधारा जा सकता है। आकलन एक प्रकार से अधिगम की समझ और विद्यार्थी की योग्यता का सुस्पष्ट चित्र प्रदर्शित करता है। आकलन रिपोर्ट बताती है कि क्यों कोई निष्पादन अच्छा या निम्न स्तर का है। यह बताता है कि किस प्रकार भावी निष्पादनों में सुधार किया जा सकता है। आकलन की रिपोर्ट उन शक्तियों का उल्लेख करती है जिन्हें बनाए रखना चाहिए और उच्च वरीयता के क्षेत्र जिनमें सुधार की आवश्यकता है। आकलन प्रक्रम केवल इससे संबंधित है कि गुणवत्ता के स्तर को कैसे उन्नत किया जाए। यदि किसी बच्चे के रसायन के टेस्ट में अच्छे अंक आते हैं (मूल्यांकन) लेकिन वह ज्ञान का उपयोग दैनिक जीवन में करने असमर्थ रहता है, तो उन अच्छे अंकों का कोई लाभ नहीं। निम्नलिखित उदाहरण इस बात को स्पष्ट करता है।



दो विद्यार्थी 'A' और 'B' किसी दवाइयाँ बनाने वाली फर्म में नौकरी पाने के लिए साक्षात्कार बोर्ड के सामने पेश होते हैं। विद्यार्थी 'A' 85% अंकों के साथ और विद्यार्थी 'B' 75% अंकों के साथ लिखित परीक्षा उत्तीर्ण करता है। जब विद्यार्थी 'A' को 5N HCl तैयार करने को कहा जाता है, तो वह सही सांद्रता का विलयन बनाने में असफल हो जाता है, परंतु विद्यार्थी 'B' कार्य को सफलतापूर्वक पूरा करता है। विद्यार्थी 'A' के अंक विद्यार्थी 'B' के अंकों को अपेक्षा बेहतर है, परंतु विद्यार्थी 'B' प्रायोगिक कौशलों में बेहतर है। स्वभाविक है कि साक्षात्कार बोर्ड **मूल्यांकन** करेगा कि विद्यार्थी 'B' नौकरी के लिए अधिक उपयुक्त है, यद्यपि विद्यार्थियों का मात्रात्मक मूल्यांकन दर्शाता है कि विद्यार्थी 'A' का निष्पादन बेहतर है। यहाँ निष्पादन में सुधार के लिए कोई फीडबैक नहीं दिया गया है, अतः यहाँ मूल्यांकन शब्द प्रयोग में लाया गया है।

आकलन शिक्षण का सबसे जटिल कार्य है। नवाचारी अनुदेशी तकनीक अधिगम के क्षेत्र उन्नत करती हैं, जबकि आकलन में नवाचार शिक्षकों को इस जटिलता के लिए अंतः दृष्टि देते हैं कि शिक्षार्थी क्या सीखते हैं और वे अपने ज्ञान को किस प्रकार उपयोग में लेते हैं। अतः शिक्षक को विभिन्न आकलन तकनीकों के उद्देश्यों और महत्व को जानने तथा वे किस प्रकार शिक्षार्थी को प्रभावित करती हैं को समझने की आवश्यकता है। इससे पहले कि हम आकलन की विभिन्न तकनीकों की चर्चा करना शुरू करें, हमें निर्माणात्मक** और समेकित** आकलनों जैसे शब्दों से परिचित हो जाना चाहिए और इन आकलनों के प्रकारों पर समझ होनी चाहिए।

निर्माणात्मक आकलन** शिक्षकों को अनुदेशों को नियोजित करने में मार्गदर्शन देते हैं और विद्यार्थियों को उन क्षेत्रों की पहचान करने में मदद करते हैं, जिनमें कार्य किए जाने की आवश्यकता है। अक्सर कक्षा में अनुदेश देने से पहले शिक्षक विद्यार्थियों को एक पूर्व परख देते हैं या कुछ प्रश्न पूछते हैं। ये प्रश्न या पूर्व-परख (प्रि-टेस्ट)** शिक्षक को यह तय करने में मदद करते हैं कि विद्यार्थी पहले से क्या जानते हैं। यह शिक्षक को अनुदेशों की योजना बनाने में मार्गदर्शन देता है। कभी-कभी अनुदेशों के समय बीच में टेस्ट दिया जाता है, यह देखने के लिए किस क्षेत्र में कमियाँ रह गई हैं, जिससे शिक्षण को समस्या वाले क्षेत्रों की तरफ ले जाया जा सके। इसे सामान्यतः निदानात्मक टेस्ट कहा जाता है। विद्यार्थी पुनः शिक्षण द्वारा अपने निष्पादनों को सुधारने के लिए अपने अधिगम स्तर के बारे में प्राप्त जानकारी का उपयोग स्वयं कर सकते हैं। पूर्व परख और निदानात्मक परख श्रेणीकृत नहीं होते हैं। परख-परीक्षाएं लेने का यह क्रम उन विद्यार्थियों के लिए सहायक होता है जो परख-परीक्षा देने के लिए उस समय उत्सुक हो जाते हैं, जब ग्रेडिंग की जाती है या अंक दिए जाते हैं।

समेकित आकलन** अनुदेश के अंत में होता है। इसका उद्देश्य है कि शिक्षक और विद्यार्थी प्राप्त उपलब्धि के स्तर को जान लें। वार्षिक परीक्षा समेकित** आकलन का एक अच्छा उदाहरण है। समेकित** आकलन विद्यार्थियों की उपलब्धि के सार को बनाता है। इस पठन सामग्री के अध्याय-2 'मोल संकल्पना' में परीक्षाओं के दोनों प्रकारों का उपयोग किया गया है। यह नोट किया जाना चाहिए दोनों उद्देश्यों के लिए समान आकलन प्रक्रिया को उपयोग में लाया जा सकता है।

संक्षेप में हम कह सकते हैं कि निर्माणात्मक* आकलन श्रेणीविहीन परीक्षा है जो योजना बनाने और निदान में सहायता के लिए अनुदेश से पहले या उसके दौरान उपयोग में ली जाती है। पूर्व-परीक्षा विद्यार्थियों का ज्ञान, तैयारी और योग्यताओं के आकलन के लिए निर्माणात्मक* परीक्षा है। निदानात्मक परीक्षा विद्यार्थियों की कमजोरियों के क्षेत्रों का निर्धारण करने के लिए निर्माणात्मक परीक्षा है और समेकित परीक्षा वह है जो अनुदेशों के अनुसरण में होती है और किसी कार्य के पूरा होने के बाद उपलब्धि का आकलन करती है।

विज्ञान शिक्षकों के बीच काफी सहमति है कि परम्परागत परीक्षा विधियाँ प्रमाणिक नहीं हैं। इनमें मापन मानकों की कमी होती है जो समसामयिक विज्ञान शिक्षा का भाग हैं। उनका कहना है कि वस्तुनिष्ठ प्रकार की परीक्षाओं में व्याख्या की आवश्यकता नहीं होती है, अतः जटिल अधिगम का मापन करना कठिन होता है। साथ ही कुछ वस्तुनिष्ठ प्रकार की परीक्षाओं के उत्तर अनुमान लगाकर अथवा अस्वीकृति द्वारा दिए जा सकते हैं। जहाँ तक निबंध वाले प्रश्नों का सवाल है उन्हें वस्तु निष्ठता से जाँचना कठिन है। वर्तमान सोच है कि विज्ञान अनुदेशों का मूल्यांकन सर्वथा भिन्न तकनीकों और उपकरणों का उपयोग कर किया जाना चाहिए। आकलन विधियाँ प्रमाणिक होनी चाहिए। इस प्रकार के आकलनों में आवश्यकता है कि विद्यार्थी कुछ कार्य करें और ऐसी समस्याओं का समाधान करें जो वास्तविक जीवन निष्पादन जैसी हों और उनसे विद्यालय के बाहर अपेक्षा की जा सकती हो। ये निष्पादन कार्य गैर-पारम्परिक हो सकते हैं और इनमें विद्यार्थियों को सोचने, बनाने, प्रदर्शन या कार्य सम्पन्न करने की आवश्यकता हो सकती है। किसी कठिन समस्या से जूझने वाले विद्यार्थी को प्रयोग करना चाहिए, उसे कल्पना करनी चाहिए और समाधानों का परीक्षण करना चाहिए, आधारभूत कौशलों और अन्वेषी तकनीकों को प्रयुक्त करना चाहिए। विद्यार्थी को व्याख्या करने में सक्षम होना चाहिए और श्रोताओं के लिए संप्रेषण का तरीका तय करने योग्य होना चाहिए। विद्यार्थी को चाहिए कि वह आलोचना स्वीकार करें और समाधानों में सुधार करें। इसका अर्थ है कि यदि हमारे अनुदेशी लक्ष्य लिखना, संप्रेषण, सुनना, रचना, आलोचनात्मक चिन्तन, अनुसंधान करना, समस्याओं को हल करना या ज्ञान का उपयोग करना है, तो हमारी परीक्षा को विद्यार्थियों को यह सब करने को कहना चाहिए। विश्वसनीय परीक्षाएं विद्यार्थियों की शक्तियों की पहचान करती हैं। ये परीक्षाएं व्यर्थ, अनुचित और मनोबल कम करने वाली तुलनाओं को न्यूनतम करती हैं और विद्यार्थी की अधिगम शैलियों, अभिवृत्तियों और अभिरूचियों को उपयुक्त स्थान देती हैं। यह प्रेक्षण कि विद्यार्थी क्या लिखते, कहते हैं और करते हैं, निष्पादन के आकलन का आधार बन सकता है। परियोजनाएं, साक्षात्कार, संगोष्ठियां, प्रस्तुतियाँ, पत्रिकाएं, आँकड़ों के अभिलेख, प्रयोगशाला रिपोर्ट, विस्तारित अध्ययन, पोर्टफोलियो, प्रदर्शनियाँ, परियोजना कार्य, विद्यार्थी का स्व-मूल्यांकन, इत्यादि निष्पादन कार्यों के उदाहरण हैं, जो विद्यार्थी की समझ के प्रमाण उपलब्ध करा सकते हैं।

निष्पादन कार्य का उद्देश्य यह आकलन करना है कि विद्यार्थी क्या जानते हैं और उस ज्ञान से वे क्या कर सकते हैं। निष्पादन आकलन की विश्वसनीयता और वैधता परम्परागत आकलनों के समान है। निष्पादन कार्यों में जटिल चुनौतियाँ होनी चाहिए, जो व्यस्कों द्वारा झेली जाने वाली समस्याओं और मुद्दों को परिलक्षित करती हों। ये कार्य अर्थपूर्ण और मापन योग्य होने चाहिए। विशेष रूप से, जिस विद्यार्थी का आकलन किया जाना है, वह पहले से जानता है कि किस लक्ष्य, भूमिका, व्यवस्था, उत्पाद या निष्पादन और मानकों के लिए कार्य का आकलन किया जाएगा। अध्ययन की किसी इकाई को पूरा करने के बाद समेकित** आकलन के लिए विद्यार्थी को दिया जाने वाला निष्पादन कार्य उसके पूर्व ज्ञान को सक्रिय करे और विद्यार्थी को यह जानकारी दे कि उसे कहाँ निष्पादन कार्यों को सही करने की आवश्यकता है। इसके लिए निम्नलिखित मापदण्डों को उपयोग में लाया जा सकता है –

- यह अर्थपूर्ण, प्रामाणिक, चुनौतीपूर्ण, विचार उत्तेजक और रोचक होना चाहिए ;
- यह विद्यार्थी के संज्ञानात्मक स्तर के अनुरूप विषय-वस्तु वाला होना चाहिए ;
- यह विषय-वस्तु की व्यापकता के बजाए विषय-वस्तु की गहनता पर बल देने वाला होना चाहिए ;
- बहुविध पद्धतियाँ, समाधान और उत्तर देने वाला हो। प्रारम्भ में कार्रवाई का मार्ग बहुत स्पष्ट नहीं होना चाहिए ;

- प्रश्न उठाएं और अन्य समस्याओं की ओर आगे बढ़ें ;
- विज्ञान, भाषा, कला और गणित के विषयों के बीच ज्ञान और कौशलों को एकीकृत करें ;
- विद्यार्थियों को विज्ञान की अपनी समझ को प्रदर्शित करने के अवसर दें और मात्र एक, सर्वोत्तम और अक्सर सतही उत्तर उपलब्ध न कराएं ;
- इकाई, पाठ और निष्पादन को जोड़ने का कार्य करें ;

आकलन के लिए योजना बनाना

अपनी स्वयं की परीक्षाओं या किसी विशेष परीक्षा में काम में लिए जाने वाले मूल्यांकन प्रश्नों का निर्माण करने से पहले शिक्षकों के ध्यान में आकलन का लक्ष्य होना चाहिए। यदि एक विषय सामग्री सीखने के तुरंत बाद विद्यार्थियों की परीक्षा ली जाती है और उसी सामग्री पर फिर परीक्षा ली जाती है, तो परीक्षाएं सीखने को प्रोत्साहित करने में विशेष रूप से सहायक होती हैं। बार-बार परीक्षाएं लेना जानकारी को याद करने को प्रोत्साहित करती हैं। पुनः परीक्षा आगे भी ली जानी चाहिए। संचित प्रश्न जिनमें विद्यार्थियों को समस्या हल करने के लिए ज्ञान को प्रयुक्त और एकीकृत करना पड़े, प्रभावी अधिगम की ओर ले जाते हैं। यदि समीक्षा, अभ्यास, परीक्षण और फीडबैक को अधिक समय दिया जाए तो अधिगम अधिक होता है।

निष्पादन कार्यों पर

उपलब्धियों का आकलन करना

निष्पादन आकलन में शिक्षक द्वारा सावधानी पूर्वक निर्णय और विद्यार्थियों को अच्छे काम और कहाँ सुधार की आवश्यकता है, को स्पष्ट संप्रेषित किए जाने की आवश्यकता होती है। **निर्णय करना आकलन का अंतिम लक्ष्य नहीं है। अधिगम में सुधार अंतिम लक्ष्य होता है।** अतः निष्पादन आकलन विद्यार्थियों के निष्पादन का कई कार्यों के आधार पर प्रेक्षण और एक मानक से उसके निष्पादन की तुलना करने पर आधारित होता है। निष्पादन कार्यों का मूल्यांकन कागज़ - पेंसिल परीक्षा से नहीं किया जा सकता। निष्पादन कार्य सामान्यतः मुक्त उत्तरी होते हैं और शायद ही कभी उनका एक सही उत्तर होता हो। विद्यार्थियों को किसी निष्पादन कार्य करने की चुनौती देने से पहले, शिक्षक को कार्य को समझाना, चर्चा करना और विद्यार्थियों को लिखित मापदण्ड देने चाहिए, जो प्रत्येक विद्यार्थी को निष्पादन प्रारम्भ होने से पहले अच्छी तरह समझ में आ जाए। किसी विद्यार्थी के निष्पादन का आकलन करने के लिए शिक्षक को अंकन के निर्देश विकसित करने होंगे। विद्यार्थियों के निष्पादन की गुणवत्ता निर्धारण करने के लिए कुछ नियम होते हैं। एक जाँच-सूची अथवा मूल्य निर्धारण पैमाना निष्पादन के तत्वों के बारे में विशिष्ट फीडबैक देता है। मूल्य निर्धारण पैमाने और अंकन निर्देश विकसित करने में विद्यार्थियों को सम्मिलित करना चाहिए। अंकन - निर्देश विकसित करने के लिए कुछ मार्ग दर्शन निम्न प्रकार हैं –

चरण -1

विद्यार्थियों को अच्छे कार्य के कुछ उदाहरण दिखाएं और उनके साथ चर्चा करें कि कार्य को क्या अच्छा बनाता है। साथ ही ऐसे उदाहरण भी दिखाएं जिनमें अच्छे कार्य के अभिलक्षणों का अभाव हो।

चरण 2

शिक्षक को कार्य की गुणवत्ता के सर्वोत्तम स्तर, सबसे खराब स्तर और मध्यम स्तर का वर्णन करना चाहिए। मध्यम स्तर का निर्धारण सामान्य कठिनाइयों के ज्ञान और क्या अच्छा कार्य नहीं है, चर्चा के आधार पर होना चाहिए।



चरण - 3

इस प्रकार विकसित जाँच-सूची (अंकन निर्देश) विद्यार्थियों को अपने साथियों का अंकन करने के लिए दी जा सकती हैं और वही निर्देश शिक्षक को विद्यार्थियों के अंकन हेतु काम में लेने चाहिए।

चरण - 4

अब विद्यार्थियों को कार्य दिया जा सकता है और जब वे कार्य का निष्पादन कर रहे हों, तो उन्हें बीच-बीच में अपना और अपने साथियों के आकलन के लिए रोकना चाहिए।

चरण - 5

विद्यार्थियों को उन्हें प्राप्त फीडबैक के आधार पर अपना कार्य सुधारने का समय दें। नए कार्य के लिए पहला चरण आवश्यक है। शिक्षक द्वारा गुणवत्ता का निर्धारण तब किया जा सकता है जब विद्यार्थी इस अंकन पद्धति से अभ्यस्त हो जाएं। एक उदाहरण के रूप में हम निष्पादन कौशलों के आकलन के लिए विज्ञान पत्रिकाओं के उपयोग पर चर्चा करेंगे। आकलन के अन्य उपकरणों के लिए आप इस पैकेज के अन्य अध्यायों को देख सकते हैं और एन.सी.ई.आर.टी द्वारा तैयार की गई 'उच्च प्राथमिक स्तर पर आकलन' पर स्रोत पुस्तक से परामर्श ले सकते हैं।

आकलन के

लिए विज्ञान पत्रिकाएं

विज्ञान पत्रिका क्या है?

विज्ञान पत्रिका विज्ञान सीखते समय बच्चों के अनुभवों का रिकार्ड है। एक विज्ञान पत्रिका बच्चों को प्रयोग, क्रियाकलाप या परियोजना कार्य में अपने प्रेक्षकों को रिकार्ड करने, प्रेक्षकों से निष्कर्ष निकालने और अपने विचार व्यक्त करने तथा योजनाओं में सुधार करने के अवसर देती है।

शिक्षकों के कार्य

विज्ञान पत्रिका का एक आकलन-उपकरण के रूप में प्रयोग करने से पहले शिक्षक को बच्चों को अपनी विज्ञान पत्रिका को संरचित करने का मार्गदर्शन देना चाहिए।

बच्चों को गाइड करने का एक तरीका है कि विद्यार्थियों को प्रश्नों की एक सूची उपलब्ध करा दें, जिनके उत्तर विद्यार्थी विज्ञान पत्रिका लिखते समय देंगे। प्रश्न इस प्रकार के होने चाहिए कि वे विज्ञान सीखते समय बच्चे के विज्ञान अनुभवों का व्यक्तिगत लेखा सामने लाएं। वह विद्यार्थियों को कह सकती/सकता है कि वे प्रश्न के उत्तर के रूप में चित्र बनाएं। माना विद्यार्थी कक्षा में स्वयं क्रियाकलाप करती/करता है या शिक्षक धातुओं के भौतिक गुणों के बारे में पढ़ाने के लिए एक प्रदर्शन करती/करता है। शिक्षक विद्यार्थियों को अपने अनुभव निम्नलिखित शीर्षकों के अंतर्गत लिखने को कह सकती/सकता है?

1. मैं धातुओं के बारे में क्या जानती/जानता हूँ?

इस प्रश्न का उत्तर विद्यार्थी के पूर्व ज्ञान को प्रकट करेगा। विद्यार्थी लिख सकता है – “मैं जानता हूँ कि धातुएं कठोर होती हैं, वे चोट करने पर ध्वनि उत्पन्न करती हैं और हम उन्हें ज्वाला पर गरम कर सकते हैं।” इस प्रश्न का उत्तर विद्यार्थियों द्वारा किसी क्रियाकलाप को करने या किसी प्रदर्शन को दिखाए जाने से पहले दिया जाना चाहिए।



2. मैं क्या ढूंढने का प्रयास करूँ?
यह प्रश्न बच्चे को समस्या को परिभाषित करने में मदद करेगा। ऐसे प्रश्नों के उत्तर देते समय बच्चे के मन कई जिज्ञासाएं उत्पन्न होती हैं। वे समस्या के विस्तार के बारे में सोचते हैं। इससे पहले कि विद्यार्थी कोई क्रियाकलाप करें, प्रदर्शन देखें या कोई परियोजना कार्य करें या कुछ प्रयोग करें, उन्हें इस प्रश्न का उत्तर देना चाहिए।
3. मुझे अपने काम के लिए किस सामग्री की आवश्यकता होगी?
इस प्रश्न का उत्तर भी प्रयोग करने/क्रियाकलाप करने/परियोजना कार्य, इत्यादि करने से पहले दिया जाना चाहिए। इस शीर्षक के अंतर्गत विद्यार्थी कार्य के निष्पादन के लिए आवश्यक सामग्री की सूची तैयार करते हैं।
4. मैंने किस प्रकार क्रियाकलाप किया/परियोजना कार्य पूरा किया/प्रयोग पूरा किया?
यहाँ विद्यार्थी कार्य के विवरणों को चरणबद्ध तरीके से रिकार्ड करते हैं। वे उनके द्वारा वास्तविक क्रियाकलाप/क्रियाकलापों के विस्तृत विवरण को लिखते हैं।
5. मैं क्या/ ज्ञात किया?
यहाँ विद्यार्थी आंकड़ों और प्रेक्षणों को रिकार्ड करते हैं, और प्राप्त जानकारियों का औपचारिक रिकार्ड लिखते हैं। आंकड़े सारणी रूप में, ग्राफ आदि के रूप में चार्ट में रिकार्ड किए जा सकते हैं।
6. मैं क्या निष्कर्ष निकालता हूँ?
इस शीर्षक के अंतर्गत विद्यार्थी अपने परिणामों और निष्कर्षों को तर्क संगत क्रम में लिखते हैं। यह उनकी समझ को परिलक्षित करता है।
7. प्रयोग/जाँच/क्रियाकलाप/प्रदर्शन के बारे में मेरा विचार क्या है?
विद्यार्थी कार्य के बारे में अपने विचार व्यक्त करते हैं, जब वे इस प्रश्न का उत्तर देते हैं। वे इसे वास्तविक जीवन की परिस्थिति से जोड़ सकते हैं।
8. यदि मुझे यह कार्य दोहराना पड़े तो मैं क्या परिवर्तन करना चाहूँगा?
यह प्रश्न परियोजना कार्य/क्रियाकलाप/जाँच/प्रदर्शन, इत्यादि के प्रक्रम पर सोच को प्रेरित करता है और विद्यार्थी महत्वपूर्ण परिणाम प्राप्त करते हैं। यह उन्हें जाँच के वैज्ञानिक प्रक्रम सीखने में मदद करता है। यह उन्हें एक क्रियाकलाप/जाँच इत्यादि की योजना बनाने में मदद करता है। यह विद्यार्थियों को आगे खोज करने के लिए प्रेरित करता है। यह आवश्यक नहीं है विज्ञान पत्रिका में प्रविष्टियाँ एक ही प्रकार से करें। शिक्षक विद्यार्थियों से कह सकता है कि वे अपने मित्र को प्रतिदिन उपयोग में आने वाले औषधीय पौधों के बारे में एक पत्र लिखें। वे महत्वपूर्ण निष्कर्षों को महत्व देने के लिए कार्टून बना सकते हैं।

विद्यार्थियों की विज्ञान पत्रिका का आकलन करना

विज्ञान पत्रिका आकलन करने में निम्नलिखित निर्देश सहायक हो सकते हैं –

- (I) **संकल्पनात्मक समझ का आकलन करने के लिए निर्देश**
 1. संकल्पनात्मक समझ का प्रमाण
 2. संकल्पनात्मक समझ में परिवर्तन का प्रमाण

3. वास्तविक चित्र
4. संकल्पनात्मक समझ और वास्तविक जीवन परिस्थिति के मध्य संबंध

(II) विज्ञान प्रक्रम के आकलन के लिए निर्देश –

- (1) समस्या स्पष्ट रूप से बताई गई है ;
- (2) विधि स्पष्ट रूप से बताई गई है ;
- (3) प्रेक्षणों को ढंग से रिकार्ड किया गया है ;
- (4) आँकड़ों की व्याख्या और निष्कर्ष निकालने के तर्क देते हुए परिणाम बताने के लिए निष्कर्ष निकालना ;
- (5) चरों को पहचान लिया गया ;
- (6) सम्भावित परिवर्तनों के लिए सुझावों सहित जाँच का विश्लेषण

विज्ञान पत्रिका का आकलन करने के मार्गदर्शन के आधार पर शिक्षक अन्य निष्पादन कार्यों के आकलन के लिए निर्देश विकसित कर सकते हैं।

विद्यालय तंत्र में निष्पादन आकलन अधिगम को और प्रासंगिक बनाता है। निष्पादन आकलन विज्ञान सीखने के डर को बाहर निकाल देता है, क्योंकि मुक्त उत्तरी प्रश्नों के बहुत से सही उत्तर होते हैं। विज्ञान कक्षा-कक्षा से चिंता बाहर करना बहुत से विद्यार्थियों को विज्ञान की पढ़ाई के चयन के लिए प्रेरित कर सकता है। वे अधिक संकल्पनाओं का आनंद ले सकेंगे, उन्हें सीख सकेंगे और उनका उपयोग कर सकेंगे। यह शिक्षकों को जानकारी के अलग-अलग भाग पढ़ाने के बजाए विज्ञान शिक्षा के वास्तविक महत्वपूर्ण परिणामों पर केंद्रित करने में मदद करता है। विद्यार्थी एक सक्षम समस्या समाधानकर्ता बनना सीखता है। वे तार्किक रूप से सोचने की अपनी योग्यता पर आत्मविश्वासी बन जाते हैं और अपने विचारों को स्पष्ट रूप से संप्रेषित करने के योग्य बन जाते हैं।

निष्पादन का ग्रेडिंग करना

प्रामाणिक परीक्षाओं के ग्रेडिंग और अंकन मानकों में वे मापदण्ड शामिल होते हैं जो निष्पादन का आकलन करते हैं और स्व-आकलन को आकलन का एक भाग बनाते हैं। ये एक समुच्चय ग्रेड के बजाए बहुआयामी अंकन प्रणाली का उपयोग करते हैं।

अंतिम ग्रेड निर्धारित करते समय, शिक्षक को एक महत्वपूर्ण निर्णय लेना होगा कि विद्यार्थियों के ग्रेड सीखी गई सामग्री की मात्रा और कितनी अच्छी तरह इसे सीखा गया है को परिलक्षित करेंगे (कसौटी संदर्भित ग्रेडिंग) अथवा क्या ग्रेड विद्यार्थी के स्तर को कक्षा के अन्य विद्यार्थियों की तुलना में परिलक्षित करता है (मानक संदर्भित ग्रेडिंग)?

कसौटी संदर्भित ग्रेडिंग में, ग्रेड दक्षताओं की एक सूची के रूप में होते हैं। पाठ्यक्रम के लिए निश्चित उद्देश्य तय किए जाते हैं। प्रत्येक ग्रेड के लिए पहले से ही एक कसौटी बता दी जाती है। अब यह विद्यार्थी पर निर्भर करता है, जो वह ग्रेड पाना चाहती/चाहता है उसे प्राप्त करना। यदि विद्यार्थी कसौटी तक पहुँच जाता/जाती है तो वह उच्चतम ग्रेड पा सकती/सकता है। मानक संदर्भित ग्रेडिंग में विद्यार्थी को उसी कक्षा के अन्य विद्यार्थियों की तुलना में स्तर दिया जाता है। इस प्रकार की ग्रेडिंग प्रणाली विद्यार्थियों के बीच और शिक्षकों तथा विद्यार्थियों के बीच संबंधों को क्षति पहुँचाती है।



अंक पद्धति और प्रतिशत ग्रेडिंग

एक पद्धति है कि विशिष्ट मानदण्डों के आधार पर टेस्ट में अंक दिए जाते हैं। यदि लगभग एक जैसे महत्व के टेस्टों के अंक समान हैं उनका कठिनाई स्तर समान है और वे विषय-वस्तु की समान मात्रा के लिए हैं, तो यह प्रणाली निष्पक्ष और व्यवहारिक हो सकता/सकती है। यदि अंकों को अंतिम ग्रेड में बदलने की आवश्यकता होती है तो समस्या जटिल बन जाती है।

दूसरी पद्धति प्रतिशत ग्रेडिंग है। शिक्षक इस आधार पर ग्रेड दे सकती/सकता है, कि प्रत्येक विद्यार्थी ने कितने ज्ञान पर प्रवीणता प्राप्त कर ली है। यह करने के लिए, हो सकता है शिक्षक परीक्षा में और कक्षा कार्य में प्रतिशत अंक दे। तब पाठ्यक्रम अंक प्राप्त करने के लिए इन अंकों का औसत निकाला जाता है, जिसे पूर्व निर्धारित विभेदक कट.ऑफ के अनुसार अक्षर ग्रेडों में बदल लिया जाता है। उदाहरण के लिए, 90-100%=O, 80-89%=A, 70-79%= B, 60-69%=C, 50-59%=D, 40-49%=E, 40% से कम=FI प्रतिशत ग्रेडिंग को उपयुक्त रूप में उपयोग करने के लिए हमें सटीक रूप से जानना होगा कि क्या सीखा जाना था और विद्यार्थी ने वास्तव में कितना सीखा है। अतः यह भी सुस्पष्ट नहीं है।

अनुबंध पद्धति और ग्रेडिंग निर्देश

इस पद्धति में प्रत्येक ग्रेड (A, B, C, इत्यादि) प्राप्त करने के लिए वांछित कार्य का प्रकार, मात्रा और गुणवत्ता दी होती है। निर्देश प्रत्येक स्तर के लिए अपेक्षित निष्पादन का उल्लेख करते हैं। विद्यार्थी निर्दिष्ट आवश्यकताओं को प्राप्त करके और निर्दिष्ट स्तर पर निष्पादन करके विशेष ग्रेडों के लिए कार्य करने हेतु सहमत होते हैं (अनुबंध)। यदि स्पष्ट और भलीभाँति विकसित निर्देश अपेक्षित निष्पादन को व्यक्त करते हैं और विद्यार्थी अपने कार्य का मूल्यांकन करने के लिए निर्देशों का उपयोग करना सीखते हैं, तो गुणवत्ता, न कि मात्रा, ग्रेडिंग का केंद्र बिन्दु बनती है।

ऊपर दिए गए दिशा-निर्देश किसी भी ग्रेड तंत्र को निष्पक्ष और उचित तरीके से उपयोग करने का बोध कराते हैं। शिक्षक की ओर से प्रत्येक संप्रेषण को किसी ग्रेड से बांधने की आवश्यकता नहीं है। विद्यार्थियों और अभिभावकों से संप्रेषण विद्यार्थियों को समझने के लिए शिक्षक को मदद करने में महत्वपूर्ण हो सकता है। यह अधिगम वातावरण उत्पन्न कर शिक्षकों को प्रभावी अनुदेश देने में मदद करता है।

संदर्भ

1. Anthony J.Nitko (Zool), Educational assessment of students, Prentice Hall, Inc
2. Anita Woolfolk, Educational Psychology (Ninth Edition), Dorling Kindersley (India) Pvt. Ltd., Licenses of Pearson Education in South Asia.





मोल संकल्पना

परिचय

विल्हेल्म ओस्टवाल्ड ने 1896 के आसपास 'मोल' शब्द प्रस्तुत किया। उन्होंने इस पद को एक लैटिन शब्द 'मोल' से लिया जिसका अर्थ होता है ढेर अथवा संचय। किसी पदार्थ को परमाणु अथवा अणुओं का ढेर माना जा सकता है। 1967 में पदार्थ की मात्रा को मापने के लिए मोल को SI इकाई के रूप में स्वीकार किया गया। मोल पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें पदार्थ के उतने ही कण (अणु/परमाणु/इलेक्ट्रॉन/आयन) उपस्थित हों जितने कार्बन के कार्बन-12 समस्थानिक के 0.012 kg मात्रा में उपस्थित होते हैं। SI इकाई में पदार्थ की मात्रा को मोल के द्वारा अभिव्यक्त किया जाता है। इसका प्रतीक 'mol' है।

अत्यंत सरल होते हुए भी मोल संकल्पना रसायन में सबसे अधिक डराने तथा गलत समझी जाने वाली संकल्पना मानी जाती है। ऐसा प्रतीत होता है, इसके संप्रषेण के लिए भिन्न संप्रषेण योजना की आवश्यकता है।

मुख्य संकल्पना

- मोल, दिखाई न देने वाले सूक्ष्म कणों को गिनने तथा उनका द्रव्यमान ज्ञात करने के लिए प्रयुक्त की जाने वाली इकाई है।
- मोल संकल्पना तथा सुपरिचित गणक इकाई जैसे दर्जन में सम्बन्ध
- पदार्थ में उपस्थित मोलों की संख्या तथा पदार्थ के द्रव्यमान में सम्बन्ध
- मोल का कणों की संख्या में कणों की संख्या का मोल में, मोल का द्रव्यमान में तथा द्रव्यमान का मोल में अन्तरपरिवर्तन (अदला - बदली)
- दिए गए पदार्थ की मात्रा मापने में मोल संकल्पना का उपयोग

अपेक्षित पूर्व ज्ञान

मोल संकल्पना के अधिगम से पूर्व विद्यार्थियों को होना चाहिए -

- गणित का प्रारम्भिक ज्ञान
- परमाण्विक द्रव्यमान, आण्विक द्रव्यमान तथा सूत्र द्रव्यमान की संकल्पना की समझ
- सूत्र-द्रव्यमान की गणना का ज्ञान
- तुला के उपयोग का ज्ञान

सम्प्रेषण योजना

जाँच - पड़ताल

शिक्षण से पूर्व तैयारी

- विभिन्न बीजों जैसे साबुत मूँग, चना, राजमा, उड़द आदि के पैकेट लें (नोट: बीज के स्थान पर विभिन्न आकार की मणिकाएँ भी उपयोग में ली जा सकती हैं। मणिकाओं के रंग समान अथवा भिन्न हो सकते हैं)
- प्रत्येक प्रकार के बीजों के चार पैकेट बनाएं तथा उन्हें लेबल करें।
- तोलने के लिए बाटों का बॉक्स, तुला आदि
- वर्क शीट
- मूल्यांकन के लिए प्रश्नोत्तरी में पूछने के लिए प्रश्न

क्रियाकलाप- 1

इस क्रियाकलाप को सामूहिक क्रियाकलाप के रूप में सम्पादित किया जा सकता है। प्रत्येक समूह में तीन विद्यार्थी होंगे। उपयुक्त होगा कि विद्यार्थी यह क्रियाकलाप स्वयं सम्पादित करें।

क्रियाकलाप का उद्देश्य: सूक्ष्म (दिखाई न देने वाले) कणों की गणना की विधि तलाशना

क्रियाकलाप प्रारम्भ करना:

शिक्षक, विद्यार्थी से निम्नलिखित प्रकार से वार्तालाप द्वारा क्रियाकलाप को प्रारम्भ कर सकता है।

- जब आप केले खरीदते हैं तो दुकानदार आपको एक दर्जन केलों की कीमत बताता है। आप जानते हैं कि किसी वस्तु के एक दर्जन का अर्थ है कि वस्तु की संख्या 12 है।
- कागज को दर्जन में पैक नहीं करते। इसे 'रीम' में पैक करते हैं। एक रीम में 500 पेपर होते हैं।
- कुछ वस्तुओं को गुरुस में पैक करते हैं। एक गुरुस में कुल कितनी वस्तुएँ होती है ? (उत्तर: 144)
- मान लीजिए आपको गणना की एक नयी इकाई की रचना करनी है तो आप अपनी गणना की इकाई में वस्तुओं की संख्या निर्धारित करने के लिए आप किस बात पर ध्यान देंगे?

(विद्यार्थियों द्वारा दिए गए उत्तरों को नोट कीजिए अब विद्यार्थियों को क्रियाकलाप करने के निर्देश दिये जा सकते हैं।)

शिक्षक के लिए:

अब ब्लैक बोर्ड पर शीर्षक 'मेरी इकाई - अष्टक' लिखें तथा वार्तालाप द्वारा इसे आगे बढ़ाएं।

शिक्षक : मैंने नई इकाई को 'अष्टक' नाम दिया। मेरी इकाई में आठ वस्तुएँ हैं। आप एक अष्टक में कितनी वस्तुएँ गिनेंगे ? (उत्तर - आठ)

शिक्षक : दर्जन की भाँति यदि आप अष्टक का अभिप्राय समझ गए हों तो आप निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर दे सकते हैं। (वर्क शीट का वितरण करें)

वर्क शीट

1. पेन्सिल के एक अष्टक में होंगी पेन्सिलें।
2. पेन्सिल के तीन अष्टकों में होंगी पेन्सिलें।
3. जल के अणुओं के एक अष्टक का अभिप्राय है अणु।
4. कणों के एक अष्टक का अभिप्राय है कण।

5. कणों के डेढ़ अष्टक का अभिप्राय है कण।
6. सोडियम परमाणुओं के एक अष्टक का अर्थ है..... सोडियम परमाणु।
7. सोडियम परमाणुओं के छः अष्टकों में सोडियम परमाणु होते हैं।
8. सोडियम परमाणुओं के ढाई अष्टकों में होते हैं सोडियम परमाणु।
9. किसी लवण की सूत्र-इकाई के एक अष्टक में होती हैं सूत्र-इकाइयाँ।
10. किसी लवण के सूत्र-इकाई के एक चौथाई अष्टक में होती हैं लवण की सूत्र-इकाइयाँ।
11. 800 अष्टकों में कितने अणु उपस्थित होंगे ?
12. 600 अष्टकों में कितनी सूत्र इकाइयाँ उपस्थित होंगी ?
13. ऑक्सीजन अणु के 0.5 अष्टकों में ऑक्सीजन के कितने परमाणु उपस्थित होंगे ?
14. क्लोरीन अणु के 0.25 अष्टकों में क्लोरीन के कितने परमाणु उपस्थित होंगे ?
15. क्लोरीन के 64 परमाणु क्लोरीन के कितने अष्टक अणुओं के समतुल्य होंगे ?

शिक्षक के लिए:

वर्कशीट में दिए गए प्रश्नों के उत्तरों पर विचार – विमर्श करने के उपरान्त परिचर्चा प्रारम्भ करें।

शिक्षक: आप कल्पना कर सकते हैं कि एक अष्टक अथवा एक दर्जन में उपस्थित जल के अणुओं के समूह को आंखों द्वारा नहीं देखा जा सकता। अतः वैज्ञानिकों को पदार्थ के अणुओं को गिनने के लिए एक बड़ी इकाई चुननी पड़ी। इस इकाई को **मोल** कहते हैं। किसी पदार्थ के एक मोल में 602,200,000,000,000,000,000 वस्तुएँ होती हैं। इस संख्या को आवोगाद्रो संख्या कहते हैं तथा वैज्ञानिक संकेतन में इसे 6.022×10^{23} लिखा जाता है। अतः किसी वस्तु के एक मोल में वस्तुओं की संख्या 6.022×10^{23} होती है अथवा हम कह सकते हैं कि किसी पदार्थ के एक मोल में मर्दों की संख्या आवोगाद्रो संख्या के बराबर होती है।

शिक्षक के लिए:

विद्यार्थियों को स्मरण दिलाएँ कि दशमलव अंको का गुणा कैसे किया जाता है। इसके लिए निम्नलिखित उदाहरण से मिलते हुए उदाहरण लिए जा सकते हैं।

$$5 \times 6.022 \times 10^{23} = (5 \times 6.022) \times 10^{23} = 3.110 \times 10^{24}$$

शिक्षक : यदि आप मोल का अभिप्राय समझ गए हों तो आप निम्नलिखित प्रश्नों को हल कर सकते हैं। (वर्कशीट वितरित करें)

वर्कशीट

1. एक मोल में लिखा हुआ मिटाने वाले कितने रबड़ उपस्थित होंगे ?
2. एक मोल जल में जल के कितने अणु उपस्थित होंगे ?

3. आधे मोल जल में जल के कितने अणु उपस्थित होंगे ?
4. 2.2 मोल जल में जल के कितने अणु होंगे ?
5. आयरन के 18.066×10^{23} परमाणु आयरन के कितने मोलों के समतुल्य हैं ?
6. 12.044×10^{23} पेन्सिल कितने मोल पेन्सिलों के समतुल्य होंगी ?
7. 30.1×10^{23} जल के अणु, कितने मोल जल के समतुल्य होंगे ?
8. किसी लवण की 12.044×10^{23} सूत्र इकाईयाँ कितने मोल के बराबर होंगी ?
9. सोडियम क्लोराइड के 5 मोल में कितनी सूत्र इकाईयाँ होती है ?

क्रियाकलाप- 2

क्रियाकलाप का उद्देश्य:

पदार्थ के द्रव्यमान तथा मोलों की संख्या में सम्बन्ध स्थापित करना

विद्यार्थियों के लिए निर्देश

- तीन-तीन विद्यार्थियों के समूह बनाएँ अथवा उपयुक्त संख्या में समूह बनाकर विद्यार्थियों को उन समूहों में विभाजित करें तथा प्रत्येक समूह से बीजों का एक पैकेट लेने को कहें।
- प्रत्येक समूह से आवश्यक बीजों की संख्या को तोलकर सारणी -1 भरने को कहें।

सारणी- 1 बीज का नाम

क्रम संख्या	बीजों की संख्या	बीजों का द्रव्यमान/(g)	एक बीज का द्रव्यमान/(g)
1.	आठ (एक अष्टक)		
2.	सोलह (दो अष्टक)		
3.	बिना गिने बीजों की कुछ संख्या लें (कोई भी संख्या)		

शिक्षक के लिए:

अब शिक्षक विद्यार्थियों को अन्य समूहों से संवाद करने तथा आंकड़े एकत्र करने की अनुमति दे सकता है जिससे सारणी-2 को भर सकें। अब विद्यार्थियों द्वारा तैयार की गई शिक्षक सारणी-2 पर आधारित प्रश्न पूछकर तथा उत्तरों के सारांश को ब्लैक बोर्ड पर लिखकर क्रियाकलाप को आगे बढ़ा सकता है।

सारणी- 2

क्रम संख्या	बीजों की नाम	बीजों की संख्या	बीजों का कुल द्रव्यमान/(g)	एक बीज का द्रव्यमान/(g)
1.	मूंग बीज	8		
		16		
		बिना गिने लिए गए बीज (n_1)		
2.	राजमा बीज	8		
		16		
		बिना गिने लिए गए बीज (n_2)		

3.	चना बीज	8		
		16		
		बिना गिने लिए गए बीज (n_3)		
4.	उड़द बीज	8		
		16		
		बिना गिने लिए गए बीज (n_4)		

कोष्टक में लिखी संख्या यादृच्छिक (बिना गिने) लिए गए नमूनों में बीजों की वास्तविक संख्या है:

शिक्षक : अपनी सारणी-2 पर ध्यान दीजिए और निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

1. एक अष्टक मूंग बीजों का द्रव्यमान कितना है ?
2. दो अष्टक मूंग बीजों का द्रव्यमान कितना है ?
3. एक अष्टक राजमा बीजों के का द्रव्यमान कितना है ?
4. एक अष्टक चना बीजों का द्रव्यमान कितना है ?
5. एक अष्टक उड़द बीजों का द्रव्यमान कितना है ?
6. निम्नलिखित की गणना कीजिए:
 - 20 अष्टक उड़द बीजों का द्रव्यमान g
 - आधा अष्टक राजमा बीजों का द्रव्यमान g
7. आप उड़द दाल के एक बीज का औसत द्रव्यमान जान गए होंगे। बिना गिने लिए गए उड़द बीजों में बीजों की संख्या की गणना आप कैसे करेंगे ?
8. बिना गिने पैक किए गए चना बीजों का कुल द्रव्यमान आप जानते हैं। बिना गिने लिए गए चना दाल के नमूने में अष्टकों की संख्या की गणना आप कैसे करेंगे?

शिक्षकों के लिए:

शिक्षक अब समूहों द्वारा चुने गए बीजों के प्रकार के एक अष्टक (आठ) बीजों का द्रव्यमान पूछ कर उसे ब्लैक बोर्ड पर लिखे। प्रश्नों के द्वारा वह उजागर कर सकता है/सकती है कि यद्यपि प्रत्येक समूह द्वारा समान संख्या में (आठ बीजों) को तोला गया है परन्तु एक अष्टक का द्रव्यमान भिन्न है क्योंकि प्रत्येक स्थिति में लिए नमूने में लिए गए सभी बीजों का द्रव्यमान अलग अलग हैं। इस विचार विमर्श को निम्नलिखित प्रकार से आगे बढ़ाया जा सकता है।

शिक्षक : आपने निम्नलिखित बिन्दुओं पर ध्यान दिया होगा:

1. यद्यपि एक अष्टक में प्रत्येक प्रकार के बीजों की संख्या समान है तथापि भिन्न-भिन्न प्रकार के बीजों के एक अष्टक का द्रव्यमान भिन्न है।
2. किसी पदार्थ के दो अष्टकों का द्रव्यमान उसके एक अष्टक के द्रव्यमान का लगभग दुगुना है तथा किसी पदार्थ के तीन अष्टकों का द्रव्यमान उसके एक अष्टक के द्रव्यमान का लगभग तीन गुना है तथा ऐसा ही अन्य के लिए भी है।

शिक्षक : इसी प्रकार से किसी पदार्थ के दो मोल का द्रव्यमान उसके एक मोल के द्रव्यमान का दुगना होगा तथा उस पदार्थ के 2.5 मोल का द्रव्यमान उसके एक मोल के द्रव्यमान का 2.5 गुना होगा।

क्रियाकलाप- 3

क्रियाकलाप का उद्देश्य: विद्यार्थियों को एक मोल पदार्थ के द्रव्यमान पद से परिचित कराना तथा एक मोल पदार्थ के द्रव्यमान की गणना में उनकी सहायता करना।

सामग्री: अलग अलग पात्रों में पदार्थों की एक मोल मात्रा लें। (सामग्री का चयन शिक्षक कर सकता है)

निर्देशों द्वारा क्रियाकलाप का प्रारंभ

सारणी-3 में दिए गए प्रत्येक पदार्थ के नाम तथा सूत्र को रिकॉर्ड करें।

आपको प्रत्येक पदार्थ का एक मोल दिया गया है। प्रत्येक पदार्थ के द्रव्यमान को रिकॉर्ड करने के लिए तुला का प्रयोग करें।

सारणी- 3

पदार्थ का नाम	सूत्र	सैद्धान्तिक सूत्र भार	दिए गए नमूने के एक मोल का द्रव्यमान/(g)
सोडियम क्लोराइड	NaCl		
सोडियम नाइट्रेट	NaNO ₃		
कैल्सियम सल्फेट	CaSO ₄		
कॉपर सल्फेट	CuSO ₄		

शिक्षक के लिए:

- नोट करें कि पुस्तक में दी गई सारणी से परमाणुओं के एक मोल का द्रव्यमान ग्राम में ज्ञात किया जा सकता है। अतः सारणी - 3 में गणना किए गया सूत्र भार हमें एक मोल पदार्थ का द्रव्यमान ग्राम में देता है।
- परिचर्चा को निम्नलिखित प्रश्नों के द्वारा आगे बढ़ाया जा सकता है।

प्रश्न

1. पदार्थ के दिए गए भार तथा सूत्र भार की तुलना करें। आपको कैसा पैटर्न मिलता है ?
2. यदि किसी पदार्थ का सूत्र- द्रव्यमान ज्ञात हो तो आप उसके एक मोल द्रव्यमान का अनुमान कैसे लगा सकते हैं ?
3. किसी पदार्थ के एक मोल द्रव्यमान की गणना करने के चरण लिखिए।
4. निम्नलिखित पदार्थों के एक मोल द्रव्यमान को अनुमानित कीजिए
 - (i) KCl
 - (ii) NaBr
 - (iii) HNO₃
 - (iv) H₂S
 - (v) ZnSO₄



5. उपरोक्त संकल्पना को निम्नलिखित पदार्थों के द्रव्यमान ज्ञात करने में उपयोग कीजिए
- (i) 3 मोल CO_2 (ii) 5 मोल Ca(OH)_2 (iii) 2 मोल H_2S

शिक्षकों के ज्ञानवर्धन के लिए

- किसी पदार्थ के एक नमूने में सभी अणुओं के द्रव्यमान एक समान नहीं हो सकते क्योंकि कुछ अणुओं के निर्माण में समस्थानिक भी सम्मिलित होते हैं। उदाहरण के लिए संभव है कि CO_2 के सभी अणुओं का द्रव्यमान एक समान न हो क्योंकि यह संभव है कि कार्बन तथा ऑक्सीजन के विभिन्न समस्थानिक अणु का निर्माण कर रहे हों।
- किसी तत्व का परमाणु द्रव्यमान कार्बन के समस्थानिक C-12 के सापेक्ष मापा जाता है। किसी तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान मापने के लिए C-12 समस्थानिक को प्राथमिक मानक के रूप में माना जाता है। इस समस्थानिक के एक परमाणु का द्रव्यमान 12u के बराबर होता है।
- एक मोल किसी पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उतनी प्राथमिक इकाईयाँ (अणु, परमाणु, आयन, इलेक्ट्रॉन आदि) होती है जितनी कि कार्बन-12 के 12 ग्राम में परमाणुओं की संख्या होती है।
- एक मोल में कणों (अणु, परमाणु, आयन आदि) की संख्या निश्चित होती है तथा यह 6.022×10^{23} के बराबर होती है। यह प्रायोगिक रूप से निर्धारित मान है। इस संख्या को आवोगाद्रो स्थिरांक अथवा आवोगाद्रो संख्या कहते हैं तथा N_A से प्रदर्शित करते हैं। यह नाम इटली के वैज्ञानिक ऐमीडो आवोगाद्रो के सम्मान में दिया गया है।
- शिक्षक आवोगाद्रो संख्या का ऐतिहासिक परिपेक्ष्य जानें
- परमाणुओं की आवोगाद्रो संख्या के द्रव्यमान की गणना निम्नलिखित प्रकार से कर सकते हैं -

एक इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान	=	$9.1093897 \times 10^{-28} \text{ g}$
एक प्रोटॉन का द्रव्यमान	=	$1.6726231 \times 10^{-24} \text{ g}$
एक न्यूट्रॉन का द्रव्यमान	=	$1.6749286 \times 10^{-24} \text{ g}$

 किसी तत्व ${}^m_n X$ के लिए

परमाणु का कुल द्रव्यमान	=	इलेक्ट्रॉनों का कुल द्रव्यमान + प्रोटॉनों का कुल द्रव्यमान + न्यूट्रॉनों का कुल द्रव्यमान
एक परमाणु का द्रव्यमान	=	$n(9.1093897 \times 10^{-28}) + n(1.6726231 \times 10^{-24}) + (m-n)(1.6749286 \times 10^{-24}) \text{ g}$

अतः परमाणुओं की आवोगाद्रो संख्या के द्रव्यमान को ज्ञात करने के लिए उपरोक्त राशि को आवोगाद्रो संख्या से गुणा करके प्राप्त किया जा सकता है। उदाहरण के लिए यदि हम ऑक्सीजन परमाणुओं के एक मोल के द्रव्यमान की गणना करना चाहते हैं तो हम निम्नलिखित इस प्रकार से करेंगे।

ऑक्सीजन के एक परमाणु में प्रोटॉनों की संख्या	=	8
ऑक्सीजन के एक परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या	=	8
ऑक्सीजन में न्यूट्रॉनों की संख्या	=	$16 - 8 = 8$



ऑक्सीजन के एक परमाणु

$$\begin{aligned}\text{का द्रव्यमान} &= 8(9.1093897 \times 10^{-28}) + 8(1.672623110 \times 10^{-24}) + 8(1.6749286 \times 10^{-24}) \text{ g} \\ &= (72.875103 \times 10^{-28}) + (13.380985 \times 10^{-24}) + 13.399429 \times 10^{-24} \text{ g} \\ &= (72.875103 \times 10^{-4} + 13.380985 + 13.399429) \times 10^{-24} \text{ g} \\ &= (0.007288 + 13.380985 + 13.399429) \times 10^{-24} \text{ g.} \\ &= 26.787702 \times 10^{-24} \text{ g}\end{aligned}$$

अतः ऑक्सीजन परमाणुओं के एक मोल के द्रव्यमान को ज्ञात करने के लिए ऑक्सीजन के एक परमाणु के द्रव्यमान को आवोगाद्रो संख्या से गुणा कर प्राप्त किया जा सकता है।

$$\begin{aligned}\text{ऑक्सीजन परमाणुओं के एक मोल का द्रव्यमान} &= (26.787702 \times 10^{-24}) \times (6.022 \times 10^{23}) \text{ g mol}^{-1} \\ &= (26.787702 \times 6.022) \times 10^{-1} \text{ g mol}^{-1} \\ &= 161.316 \times 10^{-1} \text{ g mol}^{-1} \\ &= 16.1316 \text{ g mol}^{-1}\end{aligned}$$

जब हम गणनाओं में मोल का उपयोग करते हैं तो mol इकाई के रूप संक्षिप्तीकरण करते हैं। जब हम पदार्थ के मोलर द्रव्यमान को प्रदर्शित करते हैं तो इकाई g/mol अथवा g mol^{-1} से प्रदर्शित करते हैं (ग्राम प्रतिमोल पढ़ें)।

- मोल उपयोग में आता है:
 - रासायनिक अभिक्रियाओं में अभिकारकों एवं उत्पादों की मात्रा को सुचारू रूप से अभिव्यक्त करने में। उदाहरण के लिए अभिक्रिया $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ का अभिप्राय है कि दो मोल हाइड्रोजन तथा एक मोल डाईऑक्सीजन अभिक्रिया कर दो मोल जल बनाती हैं।
 - किसी नमूने में परमाणुओं, आयनों अथवा अन्य प्रारम्भिक इकाईयों की संख्या को अभिव्यक्त करने में
 - मोलरता के रूप में विलयन की सान्द्रता को मोलरता अभिव्यक्त करने में अर्थात् प्रति लीटर विलयन में उपस्थित घुले हुए पदार्थ के मोलों की संख्या ज्ञात करने में।
- वर्तमान में STP पर आदर्श गैस के 22.7 लीटर में उपस्थित अणुओं की संख्या अथवा कार्बन-12 समस्थानिक के 12g में उपस्थित परमाणुओं की संख्या को मोल के रूप में लेते हैं।
- मोल संकल्पना में महत्वपूर्ण सम्बन्ध:
 - 1 मोल = 6.022×10^{23} कण = पदार्थ का मोलर द्रव्यमान
 - 1 मोल परमाणु = 6.022×10^{23} परमाणु = तत्व का ग्राम परमाणु भार
 - किसी तत्व के दिए गए द्रव्यमान में उपस्थित मोलों की संख्या = तत्व का दिया गया द्रव्यमान/तत्व का ग्राम परमाणु द्रव्यमान
 - तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान = $\frac{\text{तत्व के एक मोल का द्रव्यमान}}{6.022 \times 10^{23}} \text{ g}$

- किसी यौगिक के दिए गए द्रव्यमान में मोलों की संख्या = यौगिक का दिया गया द्रव्यमान/यौगिक का ग्राम आण्विक द्रव्यमान
- एक मोल अणुओं का द्रव्यमान = एक अणु का द्रव्यमान $\times 6.022 \times 10^{23}$ g
- STP पर एक मोल द्रव्यमान गैस द्वारा घेरा गया आयतन = 22.7 L
- STP पर गैस के 22.7 L में 6.022×10^{23} अणु होते हैं

भ्रान्तियाँ जिनका निराकरण होना चाहिए

यह एक भ्रान्ति है कि एक मोल पदार्थ का द्रव्यमान केवल उसके अणुसूत्र पर निर्भर करता है। यह स्पष्ट होना चाहिए कि पदार्थ का द्रव्यमान नमूने में उपस्थित प्रत्येक तत्व के समस्थानिक के अनुपात पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, कैल्सियम -40 के एक मोल का द्रव्यमान $39.96259098 \pm 0.00000022$ g है जबकि कैल्सियम -42 के एक मोल का द्रव्यमान $41.95861801 \pm 0.00000027$ g है तथा कैल्सियम के सामान्य समस्थानिक मिश्रण एक मोल का द्रव्यमान 40.078 ± 0.004 g है।

आकलन

1. कॉपर का एक टुकड़ा 60.22×10^{10} कॉपर परमाणुओं से बना है। इसमें कॉपर के मोलों की गणना कीजिए।

हल: कॉपर परमाणुओं की संख्या = 60.22×10^{10}

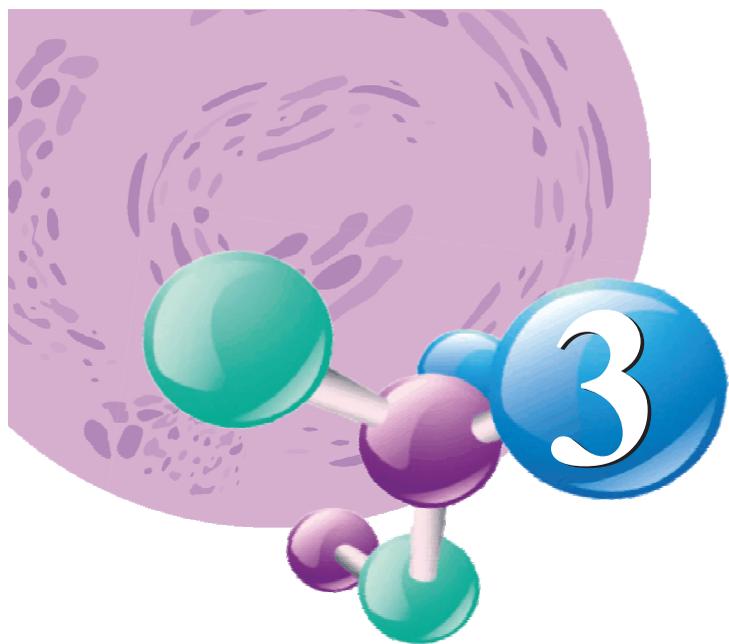
$$\begin{aligned} \text{कॉपर के मोलों संख्या} &= \frac{\text{कॉपर परमाणुओं की संख्या}}{\text{आवोगाद्रो संख्या}} = \frac{60.22 \times 10^{10}}{6.022 \times 10^{23}} \text{ mol} \\ &= 1 \times 10^{12} \text{ mol} \end{aligned}$$

2. CO_2 के 18.066×10^{22} अणु CO_2 के कितने मोल के बराबर हैं?

हल: CO_2 के 6.022×10^{23} अणु = 1 मोल

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ के मोल} &= \frac{1 \times 18.066 \times 10^{22}}{6.022 \times 10^{23}} \\ &= \frac{3}{10} = 0.3 \text{ मोल} \end{aligned}$$

3. CaCO_3 के तीन मोल में सूत्र-इकाईयों की गणना कीजिए।
4. CaCO_3 के तीन मोल के द्रव्यमान की गणना कीजिए।
5. जल के 12.044×10^{23} अणु कितने मोलों के समतुल्य हैं?
6. जल के 6.022×10^{22} अणुओं के द्रव्यमान की गणना कीजिए।
7. 180g जल में उपस्थित कणों की संख्या की गणना कीजिए।
8. 1000g CaCO_3 में मोलों की संख्या की गणना कीजिए।



तत्वों की आवर्त सारणी

परिचय

रसायन का ज्ञान प्राप्त करने के दृष्टिकोण से यह विषय अति महत्वपूर्ण है। आवर्त सारणी जिन उद्देश्यों की पूर्ति करती है, उन्हें जानना विद्यार्थियों के लिए अति महत्वपूर्ण है। विद्यार्थियों को यह जानना चाहिए कि आवर्त सारणी की प्रत्येक पंक्ति तथा कॉलम की क्या विशिष्टता है। विद्यार्थियों को यह भी जानना चाहिए कि यदि वे किसी तत्व के गुणों को जानते हैं तो इन गुणों का वे क्या उपयोग कर सकते हैं। विद्यार्थियों में यह ढूँढ लेने की क्षमता होनी चाहिए कि किसी कॉलम (वर्ग) के तत्वों में क्या समानता है और वह इस ज्ञान का उपयोग कैसे कर सकते हैं। विद्यार्थियों को यह समझ होनी चाहिए कि आवर्त सारणी में किसी तत्व की स्थिति उस तत्व के परमाणु के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के बारे में सूचना देती है। शिक्षार्थी को इस विचार से भी परिचित करवाना चाहिए कि आवर्त सारणी में किसी तत्व की स्थिति से उसकी अभिक्रियाशीलता का अनुमान लगाया जा सकता है। चूंकि आवर्त सारणी की शिक्षण- अधिगम प्रक्रिया कभी - कभी उबाऊ होती है अतः इस विषयवस्तु के अध्यापन के लिए कुछ योजनाएँ सुझाई गई हैं, जो इस विषय को रोचक बना सकती हैं तथा अधिगम में वृद्धि करती हैं।

मुख्य संकल्पना

- आवर्त सारणी तत्वों को व्यवस्थित करने की एक विधि है।
- तत्वों के गुणों की आवर्तिता का अभिप्राय।
- वर्ग तथा आवर्त की पहचान।
- तत्वों के सामान्य परिवारों की पहचान।
- आवर्त सारणी में तत्व की स्थिति के आधार पर उसके गुणों का पूर्वानुमान करना।
- तन्यता, आघातवर्धनीयता, विद्युत एवं ताप की सुचालकता, धात्विक चमक, अभिक्रियाशीलता आदि के आधार पर तत्वों का धातु, अधातु एवं उपधातु में वर्गीकरण।
- विभिन्न तत्वों की क्रियाशीलता का उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से सम्बन्ध स्थापित करना।
- आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों का वर्गीकरण तत्वों के परमाणु क्रमांक के आधार पर किया गया है।
- आधुनिक आवर्त सारणी में समस्थानिकों का स्थान।
- आधुनिक आवर्त सारणी में किसी तत्व की स्थिति, उस तत्व के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास का पूर्वानुमान करने में सहायता करती है।



अपेक्षित पूर्वज्ञान

आवर्त सारणी के विषय में जानने से पूर्व विद्यार्थियों को जानना चाहिए -

- कि द्रव्य छोटे-छोटे कणों से मिलकर बना है जिन्हें परमाणु कहते हैं;
- कि परमाणु परस्पर मिलकर अणु बनाते हैं;
- कि जो पदार्थ केवल एक ही प्रकार के परमाणुओं से मिलकर बनते हैं, वे तत्व कहलाते हैं;
- तत्वों के संकेत तथा धातु एवं अधातु तत्वों के भौतिक गुणधर्म;
- परमाणु क्रमांक, परमाणु द्रव्यमान तथा इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के विषय में;
- समस्थानिक तथा समभारिक की संकल्पना

विद्यार्थियों के लिए निर्देश

- विद्यार्थियों के प्रत्येक समूह में
- विद्यार्थियों से लुप्त वस्तु पहचानें; अब विद्यार्थियों से कहें कि वे चौखानों में व्यवस्थित करें।
- विद्यार्थी यह सुनिश्चित करें कि
- उनसे इस व्यवस्था का आधार
- विद्यार्थियों से कहें कि वे व्य
- अब उन्हें पंक्तियों के चौखान

शिक्षण की योजना

क्रियाकलाप आधारित शिक्षण

शिक्षण के लिए आवश्यक तैयारी

दस पैकेट लें। प्रत्येक पैकेट में 5 प्रकार की वस्तुओं के 5 सेट हों यानि कुल 25 वस्तुएं हों। उदाहरण के लिए, न्यूनतम सिरे तक पहुँचने पर बढ़ते हुए व्यास (0.5-2.5cm) के कागज के 5 गोले, बढ़ती हुई पार्श्व लम्बाई (0.5-2.5cm) के समान रंग के चतुर्भुज तथा इसी प्रकार क्रम व वर्ग, बढ़ती हुई वृत्ताकार आकृति के 5 सिक्के, बढ़ते हुए आकार के 5 समबाहु त्रिभुज, आदि। प्रत्येक पैकेट में से निम्नलिखित प्रश्न पूछकर कि कोई एक वस्तु हटा दीजिए जिससे अब प्रत्येक पैकेट में 24 वस्तुएं रह जाएँ। विद्यार्थियों के 10 समूह बनाइये।

प्रत्येक समूह के विद्यार्थियों के लिए आवश्यक सामग्री

1. कागज की एक शीट जिस पर 5 कॉलम तथा 5 पंक्तियों का चौखाना (साइज 3cm × 3cm) अंकित हो
2. स्केल
3. पेन्सिल
4. पेन्सिल- रबर

किसी कॉलम में व्य
क्या कॉलम में व्य
एक ही पंक्ति में व्य
क्या आप इस ग्रिड

क्रियाकलाप- 1

क्रियाकलाप को अधिक विद्यार्थियों की कक्षा में सम्पादित किया जा सकता है।

क्रियाकलाप का उद्देश्य:

क्रियाकलाप उपरोक्त प्रथम पाँच प्रमुख संकल्पनाओं की पूर्ति करेगा।

क्रियाकलाप से विद्यार्थी

आवर्त नियम समझ सकते हैं

समझ सकते हैं कि आवर्त सारणी में तत्वों की पंक्तियाँ, आवर्त कहलाती हैं।

समझ सकते हैं कि आवर्त तथा वर्गों में तत्वों के गुणों में धीरे-धीरे क्रमिक परिवर्तन होता है।

समझ सकते हैं कि आवर्त सारणी की सहायता से उन तत्वों के गुणधर्मों का भी अनुमान लगाया जा सकता है जिनकी खोज न हुई हो।

स्पष्टिकरण दे सकेंगे कि आवर्त तथा वर्गों में परिवर्तन की क्रमिकता के पैटर्न की पुनरावृत्ति होती है जिसके कारण 'आवर्त सारणी'

समझ दिया गया है।

आवर्त सारणी तथा आवर्त सारणी की व्यवस्था करने के लिए

तत्वों की आवर्त सारणी



एक पैकट लेने को कहें तथा उन्हें समान प्रकार की वस्तुओं के समूह बनाने के लिए निर्देश दें।
बताने को कहिए।

पेपर शीट को टेबल पर फैलाएँ तथा वस्तुओं के घटते अथवा बढ़ते हुए आकार के अनुसार उन्हें

एक चौखाने में एक वस्तु आए तथा निकाली गई वस्तु का एक चौखाना रिक्त रहे।

लिखने को कहें।

स्थिति को जाँचें तथा आवश्यक हो तो परिवर्तन करें।

गणना का अंकन करने को कहें। अंकन को प्रथम पंक्ति में बाईं ओर से प्रारम्भ करें तथा प्रथम पंक्ति
प्रक्रम को लगातार दूसरी पंक्ति के बाईं ओर के प्रथम चौखाने से प्रारम्भ कर अन्तिम सिरे तक
गो लगातार अंकन करते रहें।

विद्यार्थियों की निष्कर्ष निकालने में सहायता करें।

व्यवस्थित वस्तुओं के गुणों में क्या समानताएँ हैं?

व्यवस्थित वस्तुओं के गुणों में क्या कोई क्रमिकता है?

व्यवस्थित वस्तुओं के गुणों में क्या कोई सम्मानता है?

(जाल) में छूटी हुई वस्तु के गुणों के बारे में पता लगा सकते हैं?

शिक्षकों के लिए

- अब यहाँ आप यह समझाएँ कि मेन्डेलीफ ने उस समय तक जो तत्व खोजे नहीं जा सके थे उनके गुणों का अनुमान लगाने के लिए, इसी प्रकार का तर्क काम में लिया होगा।
- शिक्षक विद्यार्थियों से वृत्त के व्यास, त्रिभुज की ऊँचाई, वर्ग की एक भुजा की लम्बाई आदि नापने को कह सकता है तथा इसी आधार पर विद्यार्थियों से छूटी हुई वस्तु की विमाओं का अनुमान लगाने के लिए कह सकता है।

क्रियाकलाप- 2

इस क्रियाकलाप के अन्तर्गत निम्नलिखित संकल्पनाएँ आएँगी।

- मेन्डेलीफ ने उस समय तक खोजे गए 63 तत्वों को उनके गुणों के आधार पर व्यवस्थित किया।
- उस समय तक जो तत्व खोजे नहीं जा सके थे उनके लिए आवर्त सारणी में कुछ रिक्त स्थान छोड़ दिए गए। मेन्डेलीफ उस समय तक अज्ञात तत्वों के गुणों का अनुमान लगा सके।
- विद्यार्थी, मेन्डेलीफ की आवर्त सारणी तथा आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों के वर्गीकरण के आधार की तुलना कर सकेंगे।



शिक्षण से पूर्व तैयारी

- तत्वों की मेन्डेलीफ आवर्त सारणी तथा आधुनिक आवर्त सारणी
- तत्वों के निम्नलिखित संवर्गों को ध्यान में रखते हुए विद्यार्थियों के समूह बनाएँ
 1. क्षारीय धातुएँ
 2. क्षारीय मृदा धातुएँ
 3. संक्रमण तत्व
 4. उपधातुएँ
 5. अधातु
 6. हैलोजन
 7. उत्कृष्ट गैस
 8. अन्य (हाइड्रोजन)
- प्रत्येक समूह से उनको दिए गए तत्वों के समूहों से सम्बन्धित साहित्य एकत्र करने को कहें। साहित्य निम्नलिखित गुणों से सम्बन्धित होना चाहिए:
 1. (द्युति)
 2. तन्यता
 3. आघातवर्धनीयता
 4. भंगुरता
 5. चालकत्व
 6. घनत्व
 7. गलनांक
 8. परमाणु का आकार
 9. कक्षताप पर अवस्था (ठोस, द्रव अथवा गैस)
 10. नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या (अर्थात्, परमाणु क्रमांक)
 11. ज्ञात समस्थानिकों की संख्या
 12. परमाणुओं का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास
 13. मेन्डेलीफ आवर्त सारणी में दिए गए तत्वों के हाइड्राइडों तथा ऑक्साइडों के सूत्र
 14. ऐतिहासिक बिन्दु जैसे: मेन्डेलीफ आवर्त सारणी कब खोजी गई? कौन सा तत्व कब खोजा गया ? तत्व किसने खोजा? आदि।
 15. दैनिक जीवन में धातुओं एवं अधातुओं के विभिन्न उपयोग।

क्रियाकलाप को प्रारम्भ करना

क्रियाकलाप को आरम्भ करने से पूर्व निम्नलिखित बिन्दुओं की ओर ध्यान आकर्षित करें

- किसी तत्व के सभी परमाणुओं का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास एक समान होता है।
- तत्वों के परमाणुओं में न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न हो सकती है। अतः उनके परमाण्विक द्रव्यमान भिन्न भिन्न होंगे (समस्थानिक)।
- तत्वों के रासायनिक गुण उनके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास द्वारा निर्धारित होते हैं।
- धातुओं, अधातुओं तथा उपधातुओं के भौतिक एवं रासायनिक गुण।

क्रियाकलाप के लिए कार्य नीति

मेन्डेलीफ तथा आधुनिक आवर्त सारणी की प्रतियाँ विद्यार्थियों को वितरित करें तथा उन्हें इन दोनों सारणियों की तुलना करने का निर्देश दें तथा तुलना करते समय उनका निम्नलिखित प्रकार से मार्गदर्शन करें:

- विद्यार्थियों से साहित्य में यह ढूँढने के लिए कहें कि मेन्डेलीफ ने आवर्त सारणी की खोज कब की?
- विद्यार्थियों से मेन्डेलीफ आवर्त सारणी तथा आधुनिक आवर्त सारणी की तुलना करने को कहें तथा आवर्त एवं पंक्तियों के संघटन में अन्तर ढूँढने को कहें।
- मेन्डेलीफ आवर्त सारणी में तत्वों के वर्गीकरण के आधार को बताएँ।

- मेन्डेलीफ आवर्त सारणी में रिक्त छोड़े गए स्थानों के कारण को समझाएँ।
- उस समय तक अज्ञात तत्वों के गुणों का अनुमान मेण्डेलीफ ने कैसे लगाया इसे समझने में विद्यार्थियों की सहायता करें।
- उन बिन्दुओं को उभारें जिनके कारण तत्वों के वर्गीकरण के लिए नये प्रयास करने पड़े।
- पूछें कि आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों के वर्गीकरण का आधार क्या है?
- विद्यार्थियों को रिक्त आधुनिक आवर्त सारणी (जिसमें तत्वों के प्रतीक न दर्शाए गए हों) उपलब्ध करायें।
- विद्यार्थियों को रिक्त आवर्त सारणी के आवर्तों में परमाणु क्रमांक के आधार पर तत्वों को व्यवस्थित करने के लिए कहें।
- पूछें कि आधुनिक आवर्त सारणी के समान वर्ग में उपस्थित तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास में क्या वे कोई समानता ढूँढ पाते हैं?
- उनसे कहें कि एकत्र किए गए साहित्य में से आधुनिक आवर्त सारणी में विभिन्न वर्गों की स्थिति ज्ञात करने को कहें तथा उन्हें उपलब्ध कराई गई आवर्त सारणी में, विभिन्न वर्गों की स्थिति ढूँढने को कहें।
- विभिन्न गुणों जैसे धात्विक गुण, परमाणु त्रिज्या, आदि की आवर्तिता को समझने में विद्यार्थियों की सहायता करें।
- विद्यार्थियों से पूछें कि क्या वे पता लगा सकते हैं कि किसी तत्व के परमाणु में बन्ध बनाने के लिए उपलब्ध इलेक्ट्रॉनों की संख्या क्या है ?
- पूछें कि क्या आधुनिक आवर्त सारणी में समस्थानिकों के स्थान की समस्या हल हो गई ? आदि

शिक्षकों के लिए ज्ञानवर्धन

- विद्यार्थी बहुत आरम्भिक अवस्था से वर्गीकरण के बारे में सीखना प्रारम्भ कर देते हैं। शिक्षक को यह जानना चाहिए कि विद्यार्थी जिन संकल्पनाओं से परिचित है उनका सम्बन्ध नई सूचनाओं के साथ किस प्रकार स्थापित किया जाए।
- चूंकि यह विषय रसायन के अधिगम की उत्तर अवस्थाओं में उपयोगी होता है तथा तत्वों एवं उनके यौगिकों के गुणों एवं सक्रियता के क्रमिक परिवर्तन को समझने में बार-बार उपयोग में आता है; अतः अधिगम की वर्तमान अवस्था में इसके ठोस आधार की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए यदि शिक्षक/शिक्षिका धातुओं की जल के साथ अभिक्रियाशीलता की भिन्नता के बारे में पढ़ा रहा/रही हो, तो उसे यह जानना चाहिए कि गरम जल से अभिक्रिया कर रही धातुओं की तुलना में ठण्डे जल से अभिक्रिया कर रही धातुएँ अधिक अभिक्रियाशील होती हैं। इसी प्रकार जलवाष्प के साथ अभिक्रिया करने वाली धातुएँ, गरम जल से अभिक्रिया करने वाली धातुओं की तुलना में कम अभिक्रियाशील होती है। शिक्षक को यह भी जानना चाहिए कि जब अम्ल की अभिक्रियाशीलता पर विचार किया जा रहा हो तो अम्ल की सान्द्रता एवं सामर्थ्य पर भी विचार करना होगा।
- शिक्षक को आवर्त सारणी के निर्माण के लिए अन्य वैज्ञानिकों द्वारा किए गए प्रयासों को भी जानना चाहिए और यह भी जानना चाहिए कि इन आवर्त सारणियों को उपयोग में क्यों नहीं लिया गया? आधुनिक आवर्त सारणी के साथ क्या समस्याएँ हैं? इन समस्याओं के समाधान के क्या प्रयास किए गए?

शिक्षण के लिए अन्य सुझाव

यदि विद्यार्थियों के लिए अच्छा पुस्तकालय अथवा इंटरनेट उपलब्ध है अथवा शिक्षक अधिगम सामग्री उपलब्ध करा सकता है तो आवर्त सारणी के शिक्षण में परियोजना भी सहायता कर सकती है।

शिक्षार्थी को परमाण्विक द्रव्यमान, परमाणु त्रिज्या, धात्विक तथा अधात्विक गुण आदि आँकड़े एकत्र करने को कहें। शिक्षक विद्यार्थियों से एकत्रित आँकड़ों का उपयोग करते हुए कार्ड बनाने को कहें। शिक्षक उन्हें इन कार्डों के उपयोग से आवर्त सारणी का ज्ञान प्राप्त करना सिखा सकते हैं।

शिक्षार्थी के समक्ष आने वाली प्रमुख कठिनाईयाँ

- आवर्त सारणी को स्मरण रखना।
- आवर्त सारणी का उपयोग करके तत्वों के गुणों का अनुमान लगाना।
- आवर्त सारणी को काम में लेना।

इन कठिनाईयों को दूर करने के लिए अनेक नवीन विधियों का सृजन किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, शिक्षार्थी तत्वों के नाम एवं प्रतीक याद रख सकें इसके लिए खेल विधि का उपयोग किया जा सकता है। कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं।

(क) तत्वों के नाम, प्रतीक तथा गुणों आदि के आधार पर एक वर्ग पहेली बनाई जा सकती है। एक उदाहरण नीचे दिया जा रहा है:

			¹ म	² आ
			र	य
⁴ नी	³ आ	न	क	र
	⁵ क	लो	री	न
	सी			
⁶ हा	इ	ड्रो	ज	न
	⁷ का	र्ब	न	

ऊपर से नीचे की ओर

1. द्रव धातु जिसका उपयोग थर्मामीटर में होता है (Hg, 4 अक्षर)
2. सिल्वरी श्वेत धातु जिसका उपयोग पुल निर्माण में/भवन निर्माण में होता है (Fe, 4 अक्षर)
3. प्राणवायु, जलने में सहायक (O, 5 अक्षर)

बाएँ से दाहिनी ओर

4. उत्कृष्ट गैस जिसका उपयोग ग्लो साइनबोर्ड में होता है (Ne, 3 अक्षर)
5. पीले रंग की अधातु गैस (Cl, 4 अक्षर)
6. एक गैस जो पॉप ध्वनि के साथ जलती है (H, 5 अक्षर)
7. वह तत्व जिसमें श्रृंखलन का गुण सर्वाधिक है (C, 3 अक्षर)

(ख) कार्डों पर तत्वों के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखें। विद्यार्थियों से तत्वों के नाम एवं प्रतीक कार्ड पर लिखने को कहें तथा आवर्त सारणी के रिक्त स्थानों पर इन कार्डों को रखने को कहें।

(ग) प्रश्नोत्तरी (क्विज) आयोजित की जा सकती है।

(घ) आवर्त सारणी में कुछ रिक्त स्थान छोड़ें तथा विद्यार्थियों से इन रिक्त स्थानों में आने वाले तत्वों के गुणों का अनुमान लगाने के लिए कहें।

उदाहारणार्थ

- (I) एक धातु का परमाणु क्रमांक 11 है। इसके K कोश में कितने इलेक्ट्रॉन होंगे ?
 - (II) उपर्युक्त धातु ठण्डे जल से अभिक्रिया करती है, अत्यधिक ऊष्मा निर्गमित होती है तथा ज्वाला दिखाई देती है। धातु विलुप्त हो जाती है तथा जलीय विलयन क्षारीय हो जाता है। आप इसे आवर्त सारणी के किस ब्लॉक में रखेंगे?
 - (III) उक्त तत्व किस आवर्त एवं किस कॉलम में रखा जाएगा?
- (च) यह जाँचने के लिए कि शिक्षार्थी ने ग्रहण की गई विभिन्न संकल्पनाओं के मध्य कैसे अन्तर सम्बन्ध स्थापित किए हैं, संकल्पना नक्शा भी उपयोग में लाया जा सकता है। उदाहरण के लिए, क्षारीय धातुएँ, प्रथम समूह के तत्व; सिल्वर, गोल्ड, संक्रमण तत्व; सोडियम, प्रथम समूह तथा द्वितीय आवर्त में स्थान आदि मुख्य बिन्दु तथा कथन दे कर विद्यार्थियों से इन शब्दों तथा कथनों को परस्पर जोड़ने को कहें। यह शिक्षार्थी की समझ के आकलन तथा उसकी सोच को जानने का महत्वपूर्ण साधन हो सकता है।
- (छ) विद्यार्थियों को रिक्त आवर्त सारणी की कुछ प्रतियाँ वितरित करें। विद्यार्थियों को तत्वों के गुण लिखे हुए कार्ड वितरित करें। प्रत्येक विद्यार्थी के पास कम से कम चार कार्ड होने चाहिए। विद्यार्थियों से कहें कि वे कार्ड को आवर्त सारणी में उपयुक्त स्थान पर चिपकाएँ।

आकलन के लिए कुछ सुझाव

- विद्यार्थियों का आकलन सामूहिक क्रियाकलाप तत्पश्चात प्रश्नोत्तरी प्रतियोगिता के आधार पर किया जा सकता है।
- विद्यार्थियों को समूहों में विभाजित कर दें तथा प्रत्येक समूह से विशिष्ट समूह के तत्वों की महत्ता दर्शाते हुए चार्ट बनाने को कहें। समूहों से कहें कि वे पूरी कक्षा के समक्ष अपने तत्वों के समूह से सम्बन्धित प्रस्तुतीकरण प्रस्तुत करें। प्रत्येक समूह को उनके प्रस्तुतीकरण से सम्बन्धित 5-10 प्रश्नोत्तरी प्रश्न बनाने को कहा जा सकता है तथा सभी समूहों के प्रस्तुतीकरण के उपरान्त इन प्रश्नों को एक खुली प्रश्नोत्तरी में अन्य समूहों को दिया जा सकता है।
- पोस्टर बनाने के लिए शिक्षक को निर्देश बिन्दु उपलब्ध कराने चाहिए उदाहरणार्थ, शिक्षक यह कह सकता है कि प्रत्येक पोस्टर में, कक्षा ताप पर तत्व की भौतिक अवस्था, परमाणु क्रमांक, परमाण्विक द्रव्यमान, परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास, अन्वेषण का वर्ष, धातु, अधातु अथवा उपधातु को सम्मिलित किया जा सकता है। किसी विशिष्ट समूह के तत्वों से सम्बन्धित रूचिकर सूचनाओं को प्रस्तुतीकरण के लिए निर्धारित किया जा सकता है।
- विद्यार्थियों को मूल्यांकन के नियम बताए जा सकते हैं। उदाहरण के लिए विद्यार्थियों से यह कहा जा सकता है कि समूहों के सदस्यों को एक समान ग्रेड दिया जाएगा। प्रश्नोत्तरी में प्रश्नों का उत्तर देने पर व्यक्तिगत अंक प्राप्त किए जा सकते हैं। पोस्टर के मूल्यांकन के लिए मूल्यांकन स्कीम बतानी चाहिए।
- विद्यार्थियों को यह बताना चाहिए कि पोस्टर की जांच निम्नलिखित चार बिन्दु मापक्रम के आधार पर होगी।

1. सृजनात्मकता एवं गुणवत्ता

स्तर	चार बिन्दु मापक्रम निर्धारित अंक
स्तर 1: पोस्टर प्रारम्भिक समझ को प्रदर्शित करता है।	1
स्तर 2: पोस्टर संकल्पना की प्रवीणता की ओर गमन को प्रदर्शित करता है।	2
स्तर 3: पोस्टर संकल्पना की प्रवीणता को प्रदर्शित करता है।	3
स्तर 4: पोस्टर समझ के उच्चतम स्तर को प्रदर्शित करता है।	4

2. परख प्रश्नों की गुणवत्ता (प्रश्नोत्तरी के लिए)

स्तर	चार बिन्दु मापक्रम निर्धारित अंक
स्तर 1: प्रश्न प्रासंगिक नहीं हैं	1
स्तर 2: प्रश्न प्रासंगिक हैं परन्तु कम गुणवत्ता के हैं	2
स्तर 3: प्रश्न प्रासंगिक हैं एवं अच्छे निर्मित हैं	3
स्तर 4: प्रश्न प्रासंगिक हैं तथा विद्यार्थी उत्तर देने के लिए सामान्य सिद्धान्तों को लागू करते हैं	4

भ्रांतियाँ जिनका

निराकरण आवश्यक है

- तत्वों के वर्गीकरण का केवल एक ही तरीका है।
- तत्वों से सम्बन्धित सभी जानकारी ज्ञात हो चुकी है।
- आवर्त सारणी में तत्वों को द्रव्यमान के आधार पर व्यवस्थित किया गया है। यदि विद्यार्थी परमाणु क्रमांक तथा परमाण्विक द्रव्यमान में अन्तर जानता है तो इस कठिनाई को आसानी से दूर किया जा सकता है।
- गुणों की आवर्तिता में एक समान परिवर्तन नहीं होता जिससे आवर्तिता प्रदर्शित हो। विसंगतियों को सावधानीपूर्वक इंगित करने पर इस कठिनाई को दूर किया जा सकता है।

आकलन

1. उस गुण का नाम दीजिए जिसके आधार पर आधुनिक आवर्त सारणी में तत्वों को व्यवस्थित किया गया है।
2. आवर्त सारणी में तत्वों की व्यवस्था के लिए कौन सा परमाण्विक कण उत्तरदायी है ?
3. पाठ्यपुस्तक में दी गई मेन्डेलीफ आवर्त सारणी का उपयोग करते हुए निम्नलिखित तत्वों के ऑक्साइडों के सूत्र लिखिए:
(i) हाइड्रोजन (ii) कार्बन (iii) फास्फोरस (iv) सोडियम
(v) कैल्सियम (vi) ऐलुमिनियम
4. पाठ्य पुस्तक में दी गई मेन्डेलीफ आवर्त सारणी का उपयोग करते हुए निम्नलिखित तत्वों के हाइड्राइडों के सूत्र लिखिए:
(i) ऑक्सीजन (ii) सोडियम (iii) ऐलुमिनियम (iv) कार्बन
(v) फ्लूओरीन (vi) फ्रॉस्फोरस



4

अम्ल, क्षारक व लवण

परिचय

विद्यार्थी अपनी पूर्व कक्षाओं में अम्ल, क्षारक व लवण के सामान्य अभिलक्षणों के बारे में सीख चुके हैं। वे अम्लों व क्षारकों के प्राकृतिक व मानव निर्मित सूचकों पर होने वाले प्रभाव के सम्बन्ध में भी अध्ययन कर चुके हैं। यह अध्याय अम्लों, क्षारकों व लवणों के प्रमुख गुणों पर एक व्यापक दृष्टि डालता है।

मुख्य संकल्पनाएं

- सूचक अम्लीय/ क्षारकीय माध्यम में भिन्न रंग दर्शाते हैं।
- अम्ल व क्षारक एक दूसरे के प्रभाव को उदासीन करते हैं।
- उदासीनीकरण अभिक्रिया।
- अम्ल व क्षारक जल में आयनों में वियोजित हो जाते हैं।
- अम्ल व क्षारक के जलीय विलयन विद्युत् का चालन करते हैं।
- 'अम्ल' तथा 'अम्लीय गुण' पदों में अन्तर।
- 'क्षारक' तथा 'क्षारकीय गुण' पदों में अन्तर।
- अम्ल/ क्षारक की सामर्थ्य।
- अम्ल/ क्षारक की सान्द्रता तथा सामर्थ्य में विभेद।
- लवणों की अम्लीय तथा क्षारकीय प्रकृति।
- धातु कार्बोनेट तथा धातु हाइड्रोजन कार्बोनेट लवण हैं तथा वे अम्लों से अभिक्रिया करते हैं।
- धातुओं तथा अधातुओं के ऑक्साइड, लवण नहीं होते।
- pH की अवधारणा।

अपेक्षित पूर्वज्ञान

- अम्ल – क्षारक सूचक, अम्लीय/ क्षारकीय माध्यम में भिन्न रंग दर्शाते हैं।
- वैद्युत् चालन की संकल्पना।

शिक्षण की योजना

अम्ल, क्षारक तथा लवण के अध्यापन के लिए प्रदर्शन अथवा क्रियाकलाप आधारित शिक्षण एक उत्तम कार्यनीति हो सकती है। प्रदर्शन विधि द्वारा निम्नलिखित अवधारणाएँ पढ़ाई जा सकती हैं:

- अम्ल-क्षारक सूचक
- उदासीनीकरण अभिक्रिया
- अम्ल तथा उनकी धातुओं से अभिक्रियाएँ
- अम्लों तथा क्षारकों की वैद्युत चालकता

अम्ल-क्षारक सूचकों के लिए प्रदर्शन

चूँकि विद्यार्थी सूचकों के सम्बन्ध में पूर्व में अध्ययन कर चुके हैं, इसलिए इस अवधारणा को प्रदर्शन द्वारा पुनः स्मरण करवाना चाहिए।

प्रदर्शन हेतु तैयारी

आवश्यक सामग्री: परखनलियां, परखनली स्टैंड, सूचक, विभिन्न अम्ल तथा क्षारक, वर्कशीट।

कक्षा में निर्देश

विद्यार्थियों में निम्नलिखित वर्कशीट वितरित करें जिसे वे प्रदर्शन के दौरान भरेगें।

वर्क शीट

सूचक		रंग परिवर्तन	
		अम्ल	क्षारक
लिटमस पत्र	नीला		
	लाल		
चायना रोज (गुड़हल) निष्कर्ष			
मेथिल ऑरेंज			
फिनॉलपथेलिन			

- विभिन्न अम्लों एवं क्षारकों के विलयनों को परखनलियों में व्यवस्थित करें।
- विद्यार्थियों को क्रियाकलाप के बारे में बतलाएँ तथा उन्हें दी गई वर्कशीट भरने को कहें।
- विद्यार्थियों को उनके अपने प्रेक्षण के आधार पर अम्लों व क्षारकों द्वारा सूचकों के रंग परिवर्तन के बारे में सामान्य वक्तव्य देने को कहें।

लवणों के अम्लीय/क्षारकीय गुणों को दर्शाने वाला क्रियाकलाप

विद्यार्थियों से, अमोनियम क्लोराइड, कॉपर सल्फेट, कैल्सियम कार्बोनेट, सोडियम क्लोराइड आदि के जलीय विलयन का सार्विक सूचक द्वारा परीक्षण करने के लिए कहा जा सकता है।

अम्लों, क्षारकों व लवणों के वियोजन में जल की भूमिका को दर्शाने वाला क्रियाकलाप

NCERT द्वारा प्रकाशित कक्षा-9 की पाठ्यपुस्तक का क्रियाकलाप 2.9 जल की भूमिका को समझाता है। इस क्रियाकलाप में ठोस NaCl की सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल से अभिक्रिया द्वारा HCl गैस उत्पन्न की जाती है। गैस को निर्जल कैल्सियम क्लोराइड युक्त नली में से प्रवाहित कर शुष्क किया जाता है तथा शुष्क व आर्द्र लिटमस पत्र के साथ पृथक-पृथक परीक्षण किया जाता है। क्रियाकलाप 2.9 को अमोनिया गैस के साथ भी किया जा सकता है। परखनली में अमोनियम क्लोराइड को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ गर्म कर के अमोनिया गैस बनाई जा सकती है। निकलने वाली गैस का शुष्क व आर्द्र लिटमस पत्र से क्रमशः परीक्षण करिए।

(नोट: नम मौसम में शुष्क लिटमस पत्र भी रंग परिवर्तन दर्शाता है।)

‘अम्लीय गुण’ व ‘अम्ल’ पदों में अन्तर

अम्ल वे पदार्थ हैं जो नीले लिटमस का रंग लाल करते हैं। कभी-कभी, इससे यह गलत धारणा भी बन जाती है कि सभी पदार्थ जो नीले लिटमस का रंग लाल करते हैं, अम्ल होते हैं। उदाहरणार्थ, अमोनियम सल्फेट, अमोनियम क्लोराइड आदि अम्ल नहीं हैं परन्तु इनके जलीय विलयन नीले लिटमस का रंग लाल करते हैं। ऐसे पदार्थों में अम्लीय गुण होते हैं।

‘क्षारकीय गुण’ व ‘क्षारक’ पदों में अन्तर

पदार्थ जैसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड, पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड क्षारक हैं। ‘क्षारक’ व ‘क्षारकीय गुणों’ में अन्तर सोडियम ऐसीटेट जैसे कुछ लवणों के उदाहरण द्वारा समझाया जा सकता है। सोडियम ऐसीटेट का जलीय विलयन लाल लिटमस के रंग को नीला कर देता है परन्तु यह यौगिक क्षारक नहीं है, अपितु इसमें क्षारकीय गुण होते हैं।

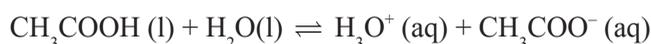
अम्ल/क्षारक के सामर्थ्य की अवधारणा

सामान्यतः अम्ल वे पदार्थ होते हैं जो जल से अभिक्रिया कर हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) निर्मित करते हैं। उदाहरण के लिए, हाइड्रोजन क्लोराइड एक सहसंयोजक अणु है परन्तु जब इसे जल में विलेय किया जाता है तो यह जल से अभिक्रिया कर H_3O^+ आयन निर्मित करता है।



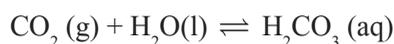
हाइड्रोजन क्लोराइड का जलीय विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल कहलाता है। हाइड्रोजन क्लोराइड एक प्रबल विद्युत् अपघट्य है क्योंकि यह जल में पूर्ण रूप से वियोजित होता है। अर्थात् एक मोल हाइड्रोजन क्लोराइड, एक मोल H_3O^+ आयन तथा एक मोल Cl^- आयन देता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक प्रबल अम्ल है।

ऐसे अनेक अम्ल हैं जो दुर्बल विद्युत् अपघट्य हैं। ऐसीटिक अम्ल इसका एक उदाहरण है। यह निम्नलिखित समीकरण के अनुसार जल से अभिक्रिया करता है।



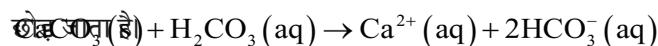
यह ध्यान देने योग्य है कि इस अभिक्रिया में विलेय का आयनों में वियोजन केवल आंशिक होता है, अर्थात् विलयन में हाइड्रोनियम आयनों की सान्द्रता कम होती है। यही कारण है कि ऐसीटिक अम्ल तथा अन्य अम्ल जो दुर्बल विद्युत् अपघट्य हैं, दुर्बल अम्ल कहलाते हैं। इसका अर्थ यह है कि यदि हम एक मोल हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा एक मोल ऐसीटिक अम्ल को अलग-अलग जल की समान मात्रा में घोलें तो हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन में उपस्थित हाइड्रोनियम आयन, ऐसीटिक अम्ल के विलयन की तुलना में अधिक होंगे।

यद्यपि अनेक अम्लों में हाइड्रोजन होती है, परन्तु अनेक ऐसे पदार्थ हैं जिनमें हाइड्रोजन नहीं होती फिर भी जल में घोलने पर वे अम्लीय विलयन बनाते हैं। एक सामान्य उदाहरण कार्बन डाइऑक्साइड का है। यह जल में विलेय होकर निम्नलिखित प्रकार से कार्बोनिक अम्ल बनाती है।

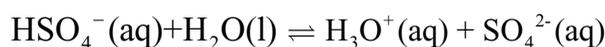
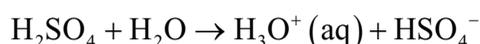


यह अम्ल सम्पूर्ण विश्व में पायी जाने वाली चूना पत्थर की कंदराओं के निर्माण के लिए उत्तरदायी हैं।

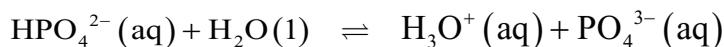
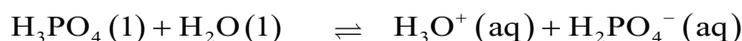
वायुमण्डल की कार्बन डाइऑक्साइड जल में घुलने से भूजल अम्लीय हो जाता है। यह अम्लीय जल जब चूना पत्थर (CaCO_3) में से नीचे की ओर रिसता है तो इससे अभिक्रिया कर, कैल्सियम हाइड्रोजन कार्बोनेट बनाता है जो जल में विलेय होने के कारण जल के साथ बह कर निकल जाता है और पीछे बड़ी बड़ी कंदराएँ छोड़कर जाता है।



HCl तथा ऐसीटिक अम्ल दोनों ही प्रति अणु केवल एक हाइड्रोजन आयन देते हैं। ऐसे अम्ल एकप्रोटी अम्ल भी कहलाते हैं। ऐसे अनेक अम्ल हैं जो अभिक्रिया में प्रति अणु एक से अधिक हाइड्रोजन आयन देते हैं। उदाहरणार्थ, सल्फ्यूरिक अम्ल दो हाइड्रोजन आयन देता है तथा द्विप्रोटी अम्ल कहलाता है। यह वियोजन दो भिन्न चरणों में होता है।



इसी प्रकार से फॉस्फोरिक अम्ल तीन पदों में वियोजित होता है तथा त्रिप्रोटी अम्ल कहलाता है।



वास्तव में, द्वितीय चरण में केवल 10% सल्फ्यूरिक अम्ल ही वियोजित होता है। फिर भी सल्फ्यूरिक अम्ल प्रबल अम्ल कहलाता है क्योंकि प्रथम पद में वियोजन पूर्ण होता है। दूसरी और फॉस्फोरिक अम्ल एक दुर्बल अम्ल है क्योंकि वियोजन के सभी चरण साम्यावस्था में हैं तथा वियोजन पूर्णरूपेण नहीं होते।

यह आवश्यक नहीं कि उदासीनीकरण अभिक्रियाओं के पश्चात बनने वाले लवण उदासीन विलयन बनाएँ

हम जानते हैं कि एक अम्ल तथा एक क्षार की अभिक्रिया से लवण व जल का बनना उदासीनीकरण अभिक्रिया कहलाता है।



इस अभिक्रिया में अम्ल व क्षारक एक दूसरे के प्रभाव को नष्ट करते हैं। उदासीनीकरण अभिक्रिया के फलस्वरूप बने उत्पाद (लवण) की प्रकृति उदासीन मानी जाती है। परन्तु प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक के मध्य उदासीनीकरण अभिक्रिया से बना लवण जलीय विलयन में अम्लीय गुण दर्शाता है और दुर्बल अम्ल व प्रबल क्षारक के मध्य उदासीनीकरण अभिक्रिया से बना लवण जलीय विलयन में क्षारकीय गुण दर्शाता है। इसका कारण इन लवणों का जल अपघटित होना है।

यह ध्यान देना चाहिए कि यद्यपि दुर्बल अम्ल / दुर्बल क्षारक का वियोजन साम्यावस्था प्राप्त कर लेता है तथा वियोजन कभी पूर्ण नहीं होता, फिर भी इन अम्लों व क्षारकों की उदासीनीकरण अभिक्रियाएं सदैव पूर्ण होती हैं तथा अभिक्रिया मिश्रण उदासीनीकरण बिन्दु पर उदासीन होता है। जैसे ही दुर्बल अम्ल के विलयन से हाइड्रोजन आयनों को हाइड्रॉक्सिल आयनों से अभिक्रिया द्वारा हटाया जाता है, अम्ल के आयनों तथा अम्ल की अनआयनित अवस्था का साम्य विचलित हो जाता है। पुनः साम्य स्थापित करने के लिए अब और अम्ल



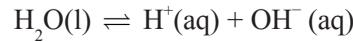
आयनित होता है और यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि क्षारक द्वारा पूरा अम्ल उदासीन नहीं हो जाता। अम्ल तथा क्षारक के उदासीनीकरण के फलस्वरूप बना लवण भी उदासीन होता है। इसीलिए अम्लीय लवण या क्षारकीय लवण जैसे शब्दों का उपयोग भ्रम उत्पन्न करता है। यह पूर्ण रूप से स्पष्ट होना चाहिए कि लवण कभी अम्लीय अथवा क्षारकीय नहीं होते हैं। कुछ लवणों के जलीय विलयन जल से अभिक्रिया के कारण अर्थात् लवण के जल अपघटन के कारण, अम्लीय अथवा क्षारकीय हो सकते हैं।

अम्लों, क्षारकों तथा लवणों के वियोजन में जल की भूमिका

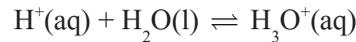
जल एक ध्रुवीय विलायक है। जल के अणुओं का उच्च परावैद्युतांक आयनिक जालक के विपरीत आवेशित आयनों के मध्य आकर्षण बलों को दुर्बल करता है और इसकी ध्रुवीय प्रकृति, आयन-द्विध्रुव पारस्परिक आकर्षण उत्पन्न करती है जिसमें जल द्विध्रुव का ऋणात्मक छोर धनायन को आकर्षित करता है और जल द्विध्रुव का धनात्मक छोर ऋणायन को आकर्षित करता है। इसके परिणामस्वरूप आयन विलयन में खिंचे चले आते हैं तथा जलयोजित हो जाते हैं। HCl जैसे कुछ सहसंयोजक अणु भी प्रबल आयन-द्विध्रुव पारस्परिक क्रिया के कारण जल में विलेय तथा वियोजित होकर आयनिक विलयन बनाते हैं।

जल का वियोजन

शुद्धतम जल में भी अल्प विद्युत चालकता पायी जाती है। यह इसका प्रमाण है कि जल आयन बनाता है। सामान्यतः जल का वियोजन निम्नलिखित समीकरण द्वारा दर्शाया जाता है।



यहाँ H^+ हाइड्रोजन आयन कहलाता है। यद्यपि, H^+ जल में इस रूप में नहीं रहता है। यह जल के अणुओं से संयुक्त हो कर हाइड्रोनियम आयन (H_3O^+) बनाता है।



इसीलिए, जब कभी कोई अम्ल जल में वियोजित होता है तो यह हाइड्रोजन आयन देता है जो हाइड्रोनियम आयन के रूप में विद्यमान रहता है।

इस अभिक्रिया में साम्य स्थिरांक बाई ओर अधिक रहता है। यह निम्नलिखित रूप में दर्शाया जा सकता है:

$$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

क्योंकि आयन बहुत अल्प मात्रा में रहते हैं इसलिए जल की सान्द्रता व्यवहारिक रूप से स्थिर रहती है। इस प्रकार $K_c \times [\text{H}_2\text{O}]$ के स्थान पर हम एक नया स्थिरांक रख सकते हैं। जल के लिए यह समग्र स्थिरांक K_w के रूप में लिखा जा सकता है।

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

$$25^\circ\text{C पर, } K_w = 1 \times 10^{-14}$$

यह ध्यान देने योग्य है कि यदि हम जल में अम्ल डालकर हाइड्रोजन आयन की सान्द्रता में वृद्धि करें तो OH^- आयनों की सान्द्रता घटेगी ताकि K_w का मान स्थिर रहे। दूसरी ओर यदि हम क्षारक डाल कर OH^- आयनों की सान्द्रता बढ़ाएं तो H^+ आयनों की सान्द्रता घटेगी।

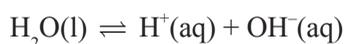


pH स्केल

एक डैनमार्क के जीव रसायनज्ञ एस.पी.सोरेन्सन द्वारा सन् 1909 में बीयर के उत्पादन में गुणवत्ता नियन्त्रण पर कार्य करते समय pH स्केल दिया गया जो अब व्यापक रूप में प्रयुक्त किया जाता है। जैसा कि उन्होंने परिभाषित किया, विलयन की pH उस विलयन में उपस्थित हाइड्रोजन आयनों की मोल/लीटर में सान्द्रता की ऋणात्मक लघुगणक (10 की घात) होती है।

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

हाइड्रोनियम आयन की मोलरता परिवर्तन का परास लम्बा हो सकता है। कुछ विलयनों में यह 1 mol/L से अधिक तथा अन्य में 10^{-14} mol/L से कम हो सकता है। लघुगणक लेने पर यह स्केल सघन होकर काफी छोटा हो जाता है। इसे pH स्केल कहते हैं। इसीलिए वैज्ञानिक इस स्केल को प्राथमिकता देते हैं। 25°C (298 K) पर शुद्ध जल में हाइड्रोजन आयनों की सान्द्रता हाइड्रॉक्सिल आयनों की सान्द्रता के बराबर होती है। इसे निम्नानुसार प्रदर्शित किया जा सकता है।



25°C (298 K) पर H_2O का आयनिक गुणनफल, K_w , 1×10^{-14} है क्योंकि H^+ आयन तथा OH^- आयन की मोलर सान्द्रताएं समान हैं अतः

$$25^\circ\text{C पर } [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-7}$$

सारणी-1 विभिन्न तापों पर शुद्ध जल का आयनन गुणनफल

ताप/ $^\circ\text{C}$	K_w
0	0.11×10^{-14}
20	0.68×10^{-14}
25	1.0×10^{-14}
50	5.47×10^{-14}
100	51.3×10^{-14}

इस प्रकार शुद्ध आसुत जल में $[\text{H}^+] = 1 \times 10^{-7}$ होता है, अतः इसकी $\text{pH} = 7$ है। 25°C पर किसी उदासीन विलयन की pH का मान 7 होता है। जिन विलयनों की pH का मान 7 से कम होता है उनमें $\text{H}^+(\text{aq})$ आयन सान्द्रता 1×10^{-7} से अधिक होते हैं। अर्थात्, $\text{H}^+(\text{aq})$ आयन सान्द्रता में 10 की ऋणात्मक घात कम होगी, माना 10^{-5} या 10^{-4} हो सकती है अर्थात् pH का मान क्रमशः 5 या 4 होगा। अधिकांशतः विलयनों की pH का मान 0 से 14 के परास में होता है।

यह जानना बहुत महत्वपूर्ण है कि शुद्ध जल के आयनन गुणनफल का मान ताप पर निर्भर करता है (सारणी-1) इसका अर्थ है कि उदासीन जल में भिन्न-भिन्न ताप पर हाइड्रोजन आयन सान्द्रता का मान भिन्न-भिन्न होगा। इसीलिए शुद्ध जल की pH का मान भी भिन्न-भिन्न ताप पर भिन्न-भिन्न होगा।

धातुओं की अम्लों तथा क्षारों के साथ अभिक्रियाशीलता की चर्चा करते समय ध्यान देने योग्य प्रमुख बिन्दु

धातुओं की अम्लों तथा क्षारकों के साथ अभिक्रिया पर चर्चा करते समय हमें यह आश्वस्त नहीं करना चाहिए कि सभी धातुएं अम्लों से हाइड्रोजन प्रतिस्थापित करती हैं। कॉपर जैसी धातुएं जो हाइड्रोजन से कम अभिक्रियाशील होती हैं, यह अभिक्रिया नहीं दर्शातीं। इसके अतिरिक्त नाइट्रिक अम्ल का व्यवहार भी भिन्न है। अम्ल होने के साथ-साथ यह एक प्रबल ऑक्सीकरण कर्मक भी है। क्रियाशील धातुएं नाइट्रिक अम्ल से हाइड्रोजन प्रतिस्थापित करती हैं परन्तु यह एक प्रबल ऑक्सीकरण कर्मक है तथा हाइड्रोजन एक अपचायक, अतः नाइट्रिक अम्ल की अभिक्रिया में द्वितीयक अभिक्रिया भी होती है जिसके फलस्वरूप नाइट्रोजन के

ऑक्सानाइड जैसे, NO, N₂O या NO₂ उत्पन्न होते हैं जिनका उत्पन्न होना धातु की प्रकृति, अम्ल की सान्द्रता तथा ताप पर निर्भर करता है। नाइट्रिक अम्ल की कॉपर तथा जिंक के साथ कुछ अभिक्रियाएं निम्नानुसार है:



यह ध्यान देने योग्य है कि सभी धातुएं सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ हाइड्रोजन नहीं देती।

भ्रंतियों जिनका

निराकरण आवश्यक है

- प्रबल अम्ल तथा दुर्बल क्षारक अथवा प्रबल क्षारक तथा दुर्बल अम्ल के उदासीनीकरण अभिक्रिया से बने लवण उदासीन प्रकृति के नहीं होते।
- प्रबल अम्ल/क्षारक तथा दुर्बल क्षारक/अम्ल के मध्य उदासीनीकरण अभिक्रियाएं कभी पूर्ण नहीं होतीं।

आकलन

यौगिक 'A' से 'E' के साथ प्रयोगशाला में अनेक परीक्षण किए गए। इन परीक्षणों के परिणाम नीचे दी गई सारणी में दर्शाए गए हैं। इन प्रेक्षणों के आधार पर HCl, HNO₃, NaOH, NaHCO₃ तथा NaCl में से यौगिक 'A' से 'E' को पहचानिए तथा इनमें संनिहित अभिक्रियाओं को लिखिए।

पदार्थ	लिटमस के साथ रंग	NaHCO ₃ के साथ अभिक्रिया	सार्विक सूचक	HCl मिलाने पर	Zn मिलाने पर
A	नीला लिटमस लाल हो जाता है	गैस बनती है	लाल	कोई अभिक्रिया नहीं	गैस बनती है
B	नीला लिटमस लाल हो जाता है	गैस बनती है	लाल	कोई अभिक्रिया नहीं	भूरे रंग की गैस निकलती है
C	लाल लिटमस नीला हो जाता है	कोई अभिक्रिया नहीं	गहरा नीला	अभिक्रिया होती है परन्तु दिखाई नहीं देती	गर्म करने पर गैस बनती है
D	लाल लिटमस नीला हो जाता है	कोई अभिक्रिया नहीं	नीला	गैस बनती है	कोई अभिक्रिया नहीं
E	लिटमस के साथ कोई क्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं	हल्का हरा	कोई अभिक्रिया नहीं	कोई अभिक्रिया नहीं

उत्तर

A = HCl

B = HNO₃

C = NaOH

D = NaHCO₃

E = NaCl



कार्बन तथा इसके यौगिक

परिचय

भू-पर्पटी में भार की दृष्टि से कार्बन सर्वाधिक प्रचुरता में पाया जाने वाला सातवां तत्व है। प्राकृत अवस्था में यह कोयले, हीरे तथा ग्रेफाइट के रूप में पाया जाता है। संयुक्त अवस्था में यह कार्बोनेट, हाइड्रोकार्बन आदि के रूप में पाया जाता है। सभी सजीवों का भी यह एक आवश्यक घटक है।

प्रमुख बात यह है कि वैज्ञानिकों द्वारा तत्वों के परमाणु भार की तुलना के लिए कार्बन के एक समस्थानिक C-12 को मानक के रूप में चुना गया है। यह एक विशिष्ट तत्व है जो बड़ी संख्या में यौगिक बनाता है। इसके यौगिकों के महत्व का क्षेत्र इतना व्यापक है कि इनका अध्ययन रसायन की एक पृथक शाखा में किया जाता है जिसे कार्बनिक रसायन कहते हैं। कार्बनिक रसायन का मूल आधार माध्यमिक स्तर पर बनना प्रारंभ होता है, इसीलिए इस स्तर पर विद्यार्थियों को इस तत्व के विशिष्ट गुणों से परिचित कराना अत्यंत आवश्यक है।

मुख्य संकल्पनाएं

- कार्बन चार इलेक्ट्रॉन त्याग कर C^{4+} आयन नहीं बना सकता।
- कार्बन चार इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर C^{4-} आयन नहीं बना सकता।
- कार्बन परमाणु अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ चार इलेक्ट्रॉन साझा करके चार बन्ध बनाता है।
- इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी से बना बंध सहसंयोजक बन्ध कहलाता है। इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी के लिए इलेक्ट्रॉन युग्म के इलेक्ट्रॉन दोनों बन्धित परमाणुओं द्वारा प्रदान किए जाते हैं अथवा युग्म किसी एक परमाणु द्वारा प्रदान किया जाता है।
- शृंखलन कार्बन का एक विशिष्ट गुण है जिससे यह लम्बी शृंखला वाले तथा चक्रीय यौगिक बनाता है।
- कार्बन, अन्य कार्बन परमाणुओं अथवा अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ बहुबन्ध बना सकता है।
- द्विबन्ध तथा त्रिबन्ध
- संतृप्त यौगिक तथा असंतृप्त यौगिक
- शृंखला यौगिक तथा चक्रीय यौगिक
- संतृप्त एवं असंतृप्त यौगिकों के सूत्र व संरचनाएं
- क्रियात्मक समूह- अर्थ एवं पहचान
- सजातीय श्रेणियां
- कार्बनिक यौगिकों का नामकरण
- कार्बनिक यौगिकों के रासायनिक गुण
- कार्बन के महत्वपूर्ण यौगिक-एथेनॉल, मेथेनॉल तथा एथेनॉइक अम्ल।

अपेक्षित पूर्वज्ञान

इस विषय को पढ़ने से पूर्व विद्यार्थी को निम्नलिखित से परिचित होना चाहिए-

- तत्वों के संकेतों से
- विभिन्न तत्वों की संयोजकता से
- परमाणुओं के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास से
- रासायनिक बंध के बनने की अवधारणा से
- यौगिकों के सूत्र लिखने से
- रासायनिक अभिक्रियाओं की संकल्पना से
- रासायनिक समीकरणों के संतुलन की विधियों से

शिक्षकों के लिए ज्ञानवर्धक सामग्री

कार्बन एक अति विशिष्ट तत्व क्यों है तथा यह अधिक संख्या में यौगिक क्यों बनाता है?

- » कार्बन परमाणु का आकार छोटा है।
- » कार्बन की विद्युत् ऋणात्मकता का मान उच्च है(2.5)।
- » कार्बन की आयनन एन्थैल्पी उच्च है।
- » यह उल्लेखनीय है कि कार्बन आवर्त सारणी की दूसरी पंक्ति के मध्य में स्थित है(सारणी-1)

सारणी-1

	13	14	15	16	17	18
						He
	B	C	N	O	F	Ne
	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

विद्युत् ऋणात्मकता में कमी
आयनन एन्थैल्पी में कमी

आयनिक त्रिज्या में वृद्धि

कार्बन के बाईं ओर के तत्वों में इलेक्ट्रॉन त्यागने की प्रवृत्ति है जबकि दाईं ओर के तत्वों में इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने की प्रवृत्ति है। कार्बन मध्य में है। यह न तो सरलता से इलेक्ट्रॉन त्यागता है न ही ग्रहण करता है। यह अन्य कार्बन परमाणुओं तथा अन्य तत्वों के परमाणुओं के साथ इलेक्ट्रॉनों का साझा करता है। जैसे जैसे हम आवर्त में कार्बन से फ्लूओरीन की ओर जाते हैं तो एक ही तत्व के दो परमाणुओं के मध्य बने एकल बन्ध की एन्थैल्पी का मान तेजी से घटता है। इसे एथेन, हाइड्रोजीन, हाइड्रोजन परॉक्साइड तथा फ्लूओरीन के अणुओं में C - C, N - N, O - O, F - F बन्धों की आबंध वियोजन एन्थैली द्वारा समझा जा सकता है जैसा कि सारणी -2 में दिया गया है।

सारणी-2: द्वितीय आवर्त के तत्वों के एक जैसे अणुओं में एक ही तत्व के दो परमाणुओं के मध्य बने एकल आबंध की वियोजन एन्थैल्पी तथा तत्व – तत्व एकल आबंध की औसत आबंध वियोजन एन्थैल्पी

बन्ध	>C-C<	>N-N<	-O-O-	:F-F:
अणु	$\text{H}_3\text{C-CH}_3$	$\text{H}_2\text{N-NH}_2$	HO-OH	F_2
आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी (kJ/mol)	368	297	213	155
तत्व – तत्व एकल आबंध की औसत आबंध एन्थैल्पी	347	159	138	155

किसी विशेष यौगिक में किसी आबंध की आबंध वियोजन एन्थैल्पी औसत आबंध वियोजन एन्थैल्पी से भिन्न हो सकती है। (देखें पुस्तक – रसायन कक्षा XI, NCERT)

शिक्षकों के लिए

यह बहुत स्पष्ट होना चाहिए कि आबन्ध एन्थैल्पी का मान मुख्य रूप से जिस यौगिक विशेष का अध्ययन किया जा रहा है उस पर तथा आबंध एन्थैल्पी के निर्धारण के लिये प्रयुक्त प्रायोगिक तकनीक पर निर्भर करता है।

इसका कारण नाइट्रोजन, ऑक्सीजन व फ्लूओरीन परमाणुओं पर उपस्थित एकल युग्म इलेक्ट्रॉनों के मध्य प्रतिकर्षण है। हम अपेक्षा करते हैं कि नाइट्रोजन परमाणु भी कार्बन की तरह आपस में जुड़कर उतनी ही लम्बी शृंखलाएं बनाए, परन्तु ऐसी शृंखला नाइट्रोजन परमाणुओं पर उपस्थित इलेक्ट्रॉन युग्मों के मध्य स्थिर वैद्युत् प्रतिकर्षण के कारण अस्थायी होगी। दो या तीन नाइट्रोजन परमाणुओं वाले यौगिक, जिनमें N-N आबंध पाया जाता है, बहुत कम तथा अस्थायी हैं। इसी प्रकार से ऑक्सीजन के ऐसे यौगिक जिनमें दो से अधिक ऑक्सीजन परमाणु O-O बन्ध से जुड़े हों, वे भी बहुत कम व अस्थायी हैं C-C बन्धों वाले अणु सबसे अधिक विविधता वाले हैं। ये रेखीय, शाखित अथवा चक्रीय हो सकते हैं। O_2 , N_2 , व F_2 की तरह द्विपरमाणविक अणु बनाने के स्थान पर कार्बन शृंखलित/ चक्रीय संरचनाएं बनाना पसंद करता है। एक ही तत्व के दो परमाणुओं के मध्य द्विबन्ध और त्रिबन्ध की औसत आबंध वियोजन एन्थैल्पी के मान सारणी-3 में दिए गए हैं। सारणी-2 एवं सारणी-3 के औसत आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी के आँकड़े यह दर्शाते हैं कि दो कार्बन परमाणुओं के मध्य उपस्थित एक द्विबन्ध की आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी का मान एक शृंखला में कार्बन के दो एकल बंधों की आबंध वियोजन एन्थैल्पी से कम है। अतः दो कार्बन-कार्बन एकल आबंधों की शृंखला द्विबन्धित कार्बन की अपेक्षा अधिक स्थायी है।

सारणी-3 : एक ही तत्व के दो परमाणुओं के मध्य बहुबन्धों की औसत आबंध वियोजन एन्थैल्पी

बन्ध	औसत आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी kJ/ mol
C=C	611
N=N	418
O=O	498
C≡C	837
N≡N	946



611 kJ/mol



347 kJ/mol + 347 kJ/mol = 694 kJ/mol

जबकि दूसरी ओर द्विपरमाण्विक अणुओं O_2 व N_2 के बहुबन्ध उनके समशृंखलाओं के एकल बन्धों की अपेक्षा अधिक प्रबल होते हैं। यह निम्नलिखित आँकड़ों में देखा जा सकता है:



498 kJ/mol



138 kJ/mol + 138 kJ/mol = 276 kJ/mol



946 kJ/mol



159 kJ/mol + 159 kJ/mol + 159 kJ/mol

= 477 kJ/mol

लम्बी शृंखलाएं बनाने की कार्बन की विशेषता प्रथम दृष्टि में आश्चर्य लगती है क्योंकि सिलिकन, जो कि आर्वात सारणी में कार्बन के नीचे स्थित है तथा जिसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास भी कार्बन के समान ही है, स्थाई सिलिकन शृंखलाएं नहीं बनाता इसका कारण है कि Si-Si बन्ध (औसत आबन्ध एन्थैल्पी 327 kJ/mol की तुलना में C-C बन्ध अधिक प्रबल है। अतः, Si-Si बन्ध इतना दुर्बल होता है कि

टूट जाता है। इसके अतिरिक्त सिलिकन परमाणु के बड़े आकार के कारण Si-Si बन्ध लम्बाई, C-C बन्ध लम्बाई की तुलना में अधिक होती है। अतः परमाणुओं को आपस में बांधे रखने वाले बल अपेक्षाकृत दुर्बल होते हैं। अन्य तत्वों के साथ भी ऐसा ही है। जैसा कि सारणी-4 से स्पष्ट है, कि तत्व-तत्व बन्ध की औसत आबन्ध वियोजन एन्थैल्पी का मान वर्ग में नीचे की ओर जाने पर घटता है। अतः एक ही तत्व के दो परमाणुओं के मध्य एकल बंध सामर्थ्य भी वर्ग में नीचे की ओर जाने पर घटती है।

सारणी-4

तत्व – तत्व एकल बंध	औसत बंध एन्थैल्पी(kJ/mol)
C-C	347
Si-Si	327
Ge-Ge	274
Sn-Sn	195

सजातीय श्रेणियां

कार्बन बहुत अधिक संख्या में यौगिक बनाता है जिन्हें विभिन्न श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है। इनमें समान प्रकार्यात्मक समूह वाले यौगिकों के समूह अथवा श्रेणियां सम्मिलित होती हैं। यह सजातीय श्रेणियां कहलाती हैं। सजातीय श्रेणियों की अवधारणा को क्रियाकलापों द्वारा सम्पादित किया जा सकता है। यहाँ एक उदाहरण दिया गया है।

क्रियाकलाप- 1

आवश्यक सामग्री : छोटे कार्ड, मार्कर/ रंगीन पेन

क्रियाकलाप की तैयारी

छोटे-छोटे कार्ड बनाइए। प्रत्येक कार्ड पर किसी कार्बनिक यौगिक का सूत्र लिखें। इनमें से कुछ यौगिक एक अथवा दो सजातीय श्रेणियों के सदस्य होंगे। ध्यान रहे कि कुछ कार्डों पर उन यौगिकों के सूत्र हो जो इन सजातीय श्रेणियों के सदस्य न हों।

आप ऐसे कार्डों के सेट कक्षा की आवश्यकता के अनुसार बना सकते हैं। कक्षा में सजातीय श्रेणियों के निम्नलिखित गुणों को प्रदर्शित करें।

(I) सजातीय श्रेणी के सदस्यों में समान प्रकार्यात्मक समूह होते हैं

- (II) सजातीय श्रेणी के अनुक्रमिक सदस्यों में $-CH_2-$ इकाई का अन्तर होता है।
- (III) श्रेणी के सभी सदस्यों का सामान्य सूत्र एक ही होता है।
- (IV) जैसे-जैसे अणु भार बढ़ता है, भौतिक गुणों में भी परिवर्तन दिखता है।
- (V) जब किसी यौगिक में एक से अधिक प्रकार्यात्मक समूह होते हैं तो यह एक से अधिक सजातीय श्रेणियों का सदस्य हो सकता है।
- (VI) सजातीय श्रेणियों के सदस्यों के रासायनिक गुण प्रकार्यात्मक समूहों द्वारा निर्धारित होते हैं।

प्रक्रिया:

- कार्बो की उपलब्धता के आधार पर विद्यार्थियों के समूह बनाएं।
- प्रत्येक समूह को कार्बो का एक सेट दें।
- विद्यार्थियों से कहें कि वे उपलब्ध कार्बो पर लिखे सूत्र के आधार पर एक सजातीय श्रेणी बनाएं।
- प्रत्येक समूह को सजातीय श्रेणी प्रस्तुत करने को कहें तथा अन्य समूह द्वारा उस पर अपने विचार रखने को कहें।

अध्यापक इस परिचर्चा को आगे बढ़ाएं तथा पर्याप्त जानकारी उपलब्ध करवाएं।

कार्बनिक यौगिकों का नामकरण

नामकरण का अर्थ है कि एक यौगिक विशेष को कुछ नियमों के आधार पर उचित नाम दिया जाए ताकि इन यौगिकों के अध्ययन को योजनाबद्ध किया जा सके। सामान्यतः कार्बनिक यौगिकों के नामकरण की दो प्रणालियाँ प्रयुक्त होती हैं।

1. रूढ़ पद्धति

प्रारंभ में कार्बनिक यौगिकों का नामकरण उनके उद्गम (जहाँ से वे प्राप्त हुए हैं) के आधार पर किया जाता था। उदाहरणार्थ, यूरिया का नाम इसलिये पड़ा क्योंकि यह यौगिक स्तनधारियों के मूत्र (urine) से प्राप्त किया गया था। इसी प्रकार मेथिल ऐल्कोहॉल को वुड स्प्रिट नाम इसलिए दिया गया क्योंकि इसे लकड़ी के भंजक आसवन से एक उत्पाद के रूप में प्राप्त किया गया। फॉर्मिक अम्ल का नाम ग्रीक शब्द फॉर्मिकस (लाल चींटी) से लिया गया क्योंकि, यह अम्ल लाल चींटियों से प्राप्त किया जा सकता है। ये नाम किसी व्यवस्थित आधार पर नहीं हैं इसीलिए इन्हें सामान्य नाम अथवा रूढ़ नाम कहते हैं। इस प्रकार की पद्धति को रूढ़ पद्धति कहते हैं। सारणी-5 में कुछ कार्बनिक यौगिकों के साधारण नाम दिए गए हैं।

सारणी-5 : कुछ कार्बनिक यौगिकों के साधारण नाम

यौगिक	सामान्यत नाम
CH_4	मेथेन
C_2H_2	ऐसीटिलीन
CH_3CH_2OH	एथिल ऐल्कोहॉल
$CHCl_3$	क्लोरोफॉर्म

2. IUPAC पद्धति

इतिहास

कार्बनिक यौगिकों के नामकरण की पद्धति को तर्कसंगत करने के लिए सन् 1892 में जेनेवा में एक इंटरनेशनल काँग्रेस ऑफ केमिस्ट आयोजित की गई। इस नामकरण पद्धति को जेनेवा पद्धति नाम दिया गया। तत्पश्चात् नामकरण पद्धति में समय - समय पर इंटरनेशनल यूनियन ऑफ प्योर एण्ड ऐप्लाइड केमिस्ट्री (IUPAC) द्वारा सुधार किए गये। यह नामकरण पद्धति सन् 1947 में पहली बार लागू की गई।

नामकरण के समग्र नियम सर्वप्रथम 1979 में प्रकाशित किए गए तथा 1993 में इनका संशोधन तथा अद्यतन किया गया। IUPAC नामकरण को पुनः संशोधित किया गया है तथा इसका 2004 का प्रारूप वेबसाइट पर उपलब्ध है।

यौगिकों का नामकरण

IUPAC पद्धति के अनुसार कार्बनिक यौगिक का नाम तीन भागों से बना है:

- (i) नाम का मूल भाग (ii) अनुलग्न (iii) पूर्वलग्न

(1) नाम का मूल भाग:

नाम का मूल भाग कार्बन श्रृंखला में उपस्थित कार्बन परमाणुओं की संख्या को दर्शाता है। एक से चार तक कार्बन परमाणुओं की श्रृंखलाओं के लिए नाम का मूलभाग यौगिकों के साधारण नाम से व्युत्पन्न किया जाता है तथा पांच और अधिक कार्बन परमाणुओं के लिए नाम का मूल भाग उस संख्या के लैटिन नाम से व्युत्पन्न किया जाता है (सारणी-6)

सारणी-6 1 से 10 कार्बन परमाणुओं की कार्बन श्रृंखला के लिए नाम का मूल भाग

श्रृंखला की लम्बाई	नाम का मूल भाग	श्रृंखला की लम्बाई	नाम का मूल भाग
एक कार्बन	मेथ	छः कार्बन	हेक्स
दो कार्बन	एथ	सात कार्बन	हेप्ट
तीन कार्बन	प्रोप	आठ कार्बन	ऑक्ट
चार कार्बन	ब्यूट	नौ कार्बन	नोन
पांच कार्बन	पेन्ट	दस कार्बन	डेक

अनुलग्न:

नाम के मूलभाग से एक अनुलग्न जुड़ा रहता है जो प्राथमिक या द्वितीयक अथवा दोनों प्रकार का हो सकता है।

(अ) **प्राथमिक अनुलग्न:-** यह कार्बन परमाणुओं में बंध की प्रकृति को दर्शाता है। उदाहरणार्थ, यदि कार्बन परमाणु एकल सहसंयोजक बंध (C-C) से जुड़े हैं तो प्राथमिक अनुलग्न ऐन प्रयुक्त होता है। दो कार्बन परमाणुओं के मध्य, द्विबन्ध व त्रिबन्ध के लिए क्रमशः ईन व आइन प्रयुक्त होते हैं।

C-C (एकल बंध) यौगिक के लिए - ऐन

C=C (द्विबन्ध) यौगिकों के लिए - ईन

C=C (त्रिबन्ध) यौगिकों के लिए - आइन

(ब) द्वितीयक अनुलग्न

यह कार्बनिक यौगिक में प्रकार्यात्मक समूह को दर्शाता है। प्रकार्यात्मक समूहों को निरूपित करने वाले कुछ सामान्य द्वितीयक अनुलग्न सारणी-7 में दर्शाए गए हैं।

सारणी- 7 कुछ श्रेणियों के यौगिकों के लिए द्वितीयक अनुलग्न तथा प्रकार्यात्मक समूह

कार्बनिक यौगिक	द्वितीयक अनुलग्न	प्रकार्यात्मक समूह
ऐल्कोहॉल	-ऑल	-OH
ऐल्डिहाइड	-एल	-CHO
कीटोन	-ओन	>C=O
कार्बोक्सिलिक अम्ल	-ऑइक अम्ल	-COOH
एस्टर	-ओएट	-COOR
ऐमीन	-ऐमीन	-NH ₂

(iii) पूर्वलग्न:

यौगिकों के IUPAC नामकरण में ऐसे अनेक समूह हैं जो प्रकार्यात्मक समूह नहीं माने जाते। इन्हें प्रतिस्थापी अथवा पार्श्व शृंखला माना जाता है। इन्हें पूर्वलग्न के रूप में दर्शाते हैं तथा यौगिक का नाम लिखते समय इन्हें मूल नाम से पहले रखा जाता है। उदाहरण के लिए:

- CH₃ (मेथिल) समूह, -CH₂CH₃ (एथिल) समूह

इसी प्रकार, कुछ प्रकार्यात्मक समूह भी केवल पूर्वलग्न के रूप में ही दर्शाए जाते हैं।

उदाहरणार्थ, - F (फ्लुओरो), -Cl (क्लोरो), -Br (ब्रोमो), -I (आयोडो) तथा -NO₂ (नाइट्रो).

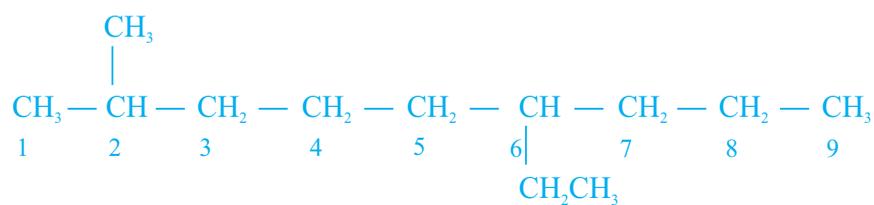
यदि किसी यौगिक में एक से अधिक प्रकार्यात्मक समूह हों, तब इनमें से एक प्रकार्यात्मक समूह मुख्य प्रकार्यात्मक समूह कहलाता है तथा इसे द्वितीयक अनुलग्न, माना जाता है। अन्य प्रकार्यात्मक समूहों को प्रतिस्थापी मानकर पूर्वलग्न के रूप में लिखा जाता है।

इस प्रकार, एक कार्बनिक यौगिक का पूरा IUPAC नाम निम्न रूप में दर्शाया जाता है पूर्वलग्न + मूलनाम + प्राथमिक अनुलग्न + द्वितीयक अनुलग्न

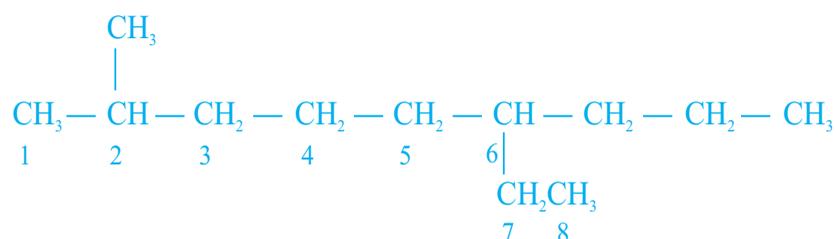
ध्यान देने योग्य:

नोट करें कि यदि अंग्रेजी में लिखे नाम में द्वितीयक संलग्न स्वर (a, e, i, o, u) से प्रारम्भ होता है तो प्राथमिक अनुलग्न के साथ द्वितीयक अनुलग्न जोड़ने से पहले अंग्रेजी में लिखे प्राथमिक अनुलग्न के अन्त का e हटाकर द्वितीयक अनुलग्न जोड़ते हैं। परन्तु यदि द्वितीयक अनुलग्न व्यंजन से प्रारंभ होता है तो 'e' नहीं हटाया जाता।

नाम का मूल भाग लिखते समय सदैव अणु में कार्बन परमाणुओं की सबसे लम्बी शृंखला का चयन करें। यह ध्यान देने योग्य है कि सबसे लम्बी शृंखला अखंड होनी चाहिए चाहे वह सीधी हो अथवा नहीं। उदाहरणार्थ,

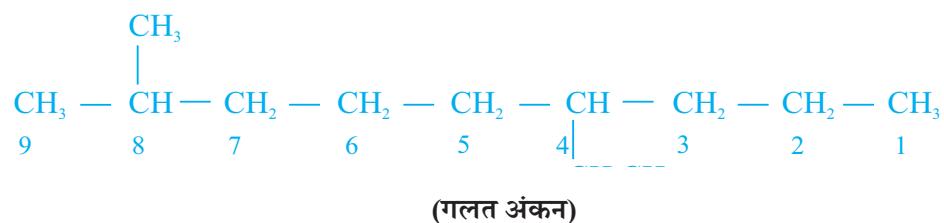
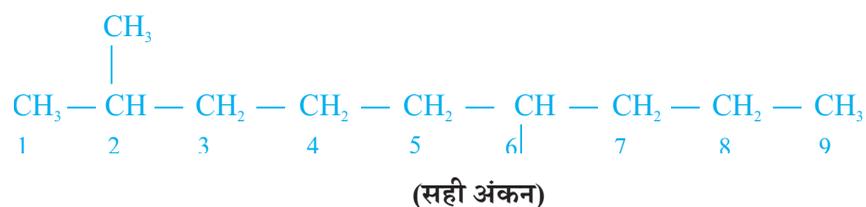


सही शृंखला का चयन (9 कार्बन परमाणुओं की शृंखला)

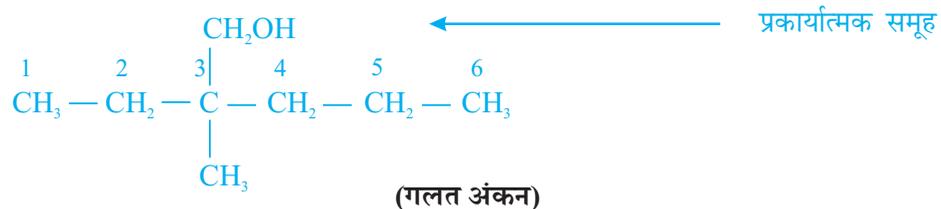
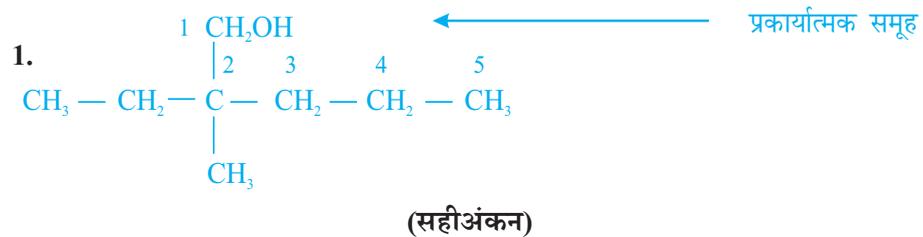


गलत शृंखला का चयन (8 कार्बन परमाणुओं की शृंखला)

यदि ऐल्किल समूहों के प्रतिस्थापन के कारण मुख्य शृंखला में शाखा हो तो मुख्य शृंखला के कार्बन परमाणुओं का अंकन इस तरह करते हैं कि शाखा से जुड़े कार्बन परमाणुओं को न्यूनतम संभावित अंक मिले।
उदाहरणार्थ-



यदि एक प्रकार्यात्मक समूह उपस्थित हो तो प्रकार्यात्मक समूह की उपस्थिति वाली सबसे लम्बी कार्बन शृंखला का मुख्य शृंखला के रूप में चयन करते हैं चाहे प्रकार्यात्मक समूह रहित इससे अधिक लम्बी कार्बन शृंखला भी संभव हो तथा अंकन उस कार्बन से प्रारंभ करते हैं जिससे प्रकार्यात्मक समूह जुड़ा रहता है।



आइए हम कुछ यौगिकों के नाम लिखें



प्रकार्यात्मक समूह युक्त सबसे लम्बी कार्बन-शृंखला का चयन कीजिए ताकि उस कार्बन को न्यूनतम अंक मिले जिस पर प्रकार्यात्मक समूह जुड़ा है।



मूल भाग- ब्यूट

प्राथमिक अनुलग्न- ऐन

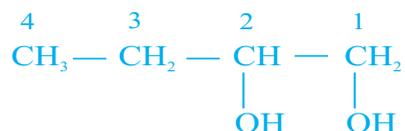
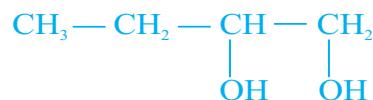
द्वितीयक अनुलग्न- ऑल

IUPAC नाम- ब्यूट + ऐन + ऑल (But + ane + ol) (अंग्रेजी में नाम लिखते समय (ane) के अंत का e हटा दें चूंकि द्वितीयक अनुलग्न o (स्वर) से प्रारम्भ होता है)

Butan -1-ol (ब्यूटेन-1- ऑल) (सही)

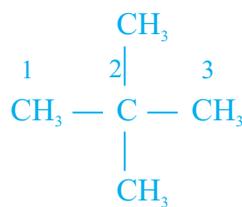
Butane-1-ol (गलत)

2

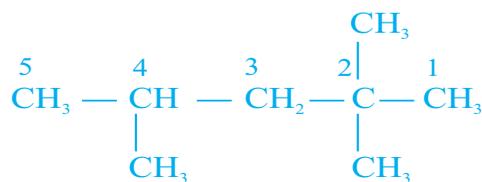


मूल भाग-	ब्यूट (But)
प्राथमिक अनुलग्न-	ऐन (ane)
द्वितीयक अनुलग्न-	डाइऑल (diol) (यहाँ दो –OH क्रियात्मक समूह हैं)
IUPAC नाम-	Butane – 1, 2 – diol (ब्यूटेन- 1,2- डाइऑल) (सही) Butan – 1, 2 – diol (गलत) यहां अंग्रेजी में क्रियोंक द्वितीय अनुलग्न व्यंजन (d) से प्रारम्भ हो रहा है।

3.



IUPAC नाम: 2,2 - डाइमेथिल प्रोपेन



IUPAC नाम : 2,2,4- ट्राइमेथिलपेन्टेन

शोधन अभिकर्मक

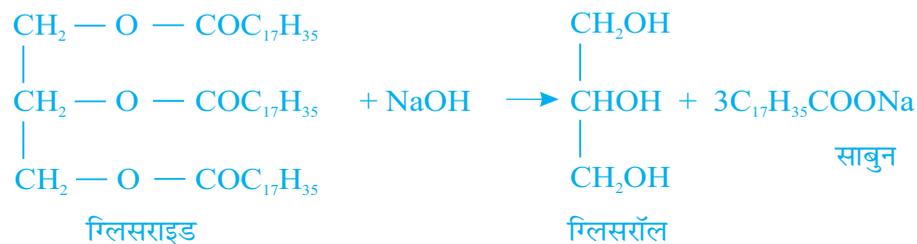
सामान्यतः शोधन अभिकर्मकों के लिए अपमार्जक शब्द प्रयुक्त किया जाता है इसमें साबुन तथा संश्लेषित अपमार्जक दोनों ही आते हैं। सामान्यतः हम संश्लेषित अपमार्जकों के लिए ही अपमार्जक शब्द प्रयुक्त करते हैं जबकि साबुन भी अपमार्जक ही हैं।

साबुन

साबुन, उच्च वसीय अम्लों जैसे ओलिक अम्ल ($C_{17}H_{33}COOH$), स्टेरिक अम्ल ($C_{17}H_{35}COOH$), पामिटिक अम्ल ($C_{15}H_{31}COOH$), आदि के सोडियम अथवा पोटैशियम लवण होते हैं। ये अम्ल ग्लिसरॉल (तीन हाइड्रॉक्सिल समूह वाला ऐल्कोहॉल) के एस्टर होते हैं। ये एस्टर जिन्हें ग्लिसराइड कहते हैं जन्तु व वनस्पति उद्गम के वसा और तेल होते हैं।

साबुन का विरचन

जब किसी तेल अथवा वसा (ग्लिसराइड) को सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन से अभिकृत किया जाता है, तो यह वसीय अम्ल के सोडियम लवण (साबुन) तथा ग्लिसरॉल में परिवर्तित हो जाता है। यह अभिक्रिया साबुनीकरण कहलाती है।



साबुन में वांछित गुणों के लिए कुछ अन्य पदार्थ जैसे सुगन्धित द्रव, रोगाणुनाशी तथा औषध मिलाए जाते हैं। ग्लिसरॉल साबुन उद्योग में इस अभिक्रिया का सह - उत्पाद है। इस उपयोगी रसायन को पृथक व शुद्ध करके बेच दिया जाता है।

संश्लेषित अपमार्जक

रसायन की दृष्टि से संश्लेषित अपमार्जक सल्फोनिक अम्ल के सोडियम लवण होते हैं, अर्थात् अपमार्जक में हाइड्रोकार्बन शृंखला के एक छोर पर सल्फोनिक अम्ल समूह (-SO₃H) पाया जाता है जबकि साबुन में कार्बोक्सिलिक अम्ल समूह (-COOH) पाया जाता है।

साबुन का अणु



संश्लेषित अपमार्जक का अणु



क्रियाकलाप- 2

- एक 250 mL बीकर में लगभग 25 mL कैस्टर ऑयल [एरंड तेल (ट्राइग्लिसराइड)] लें।
- सोडियम हाइड्रॉक्साइड का आसुत जल में 20% सांद्रता का 30mL विलयन बनाएं तथा इस विलयन को 25 mL कैस्टर ऑयल में मिलाकर लगभग 40 मिनट तक उबालें।
- इस अभिक्रिया मिश्रण में एक - एक करके लाल व नीला लिटमस पत्र डुबोएं। क्या आपको किसी लिटमस पत्र के रंग में परिवर्तन दिखाई देता है? अपने प्रेक्षणों को रिकॉर्ड करें।
- इस मिश्रण में 5g साधारण नमक डालें तथा मिश्रण को लगातार एक कांच की छड़ द्वारा तब तक विडोलित करें जब तक कि साबुन जमना प्रारंभ न हो जाए।
- इसे एक दिन के लिए रखा रहने दें जब तक कि मिश्रण ठंडा व ठोस न हो जाए।
- साबुन की टिक्रिया को अलग करें और इसे वांछित आकृति व आकार में काट लें।

कठोर जल में संश्लेषित अपमार्जक की शोधन क्रिया, साबुन की तुलना में अधिक प्रभावी होती है क्योंकि संश्लेषित अपमार्जक Ca²⁺ तथा Mg²⁺ के साथ अवक्षेपित नहीं होता जबकि साबुन में वांछित गुणों के लिए कुछ अन्य पदार्थ जैसे सुगन्धित द्रव, रोगाणुनाशी तथा औषध मिलाए जाते हैं। ग्लिसरॉल साबुन उद्योग में इस अभिक्रिया का सह - उत्पाद है। इस उपयोगी रसायन को पृथक व शुद्ध करके बेच दिया जाता है।



साबुन इन आयनों के साथ अवक्षेपित हो जाता है तथा अपना प्रभाव खो देता है। इसीलिए, साबुन कठोर जल में प्रभावशाली शोधन अभिकर्मक नहीं है।

पर्यावरणीय मुद्दों का समावेशन

‘कार्बन एवं इसके यौगिक’ अध्याय पर विचार करते समय शिक्षक को विषय सामग्री से जुड़े पर्यावरणीय मुद्दों पर भी चर्चा करनी चाहिए। उदाहरणार्थ:

(I) शराब पीने के दुष्प्रभाव

केवल एथेनॉल, जिसे आमतौर पर हम ऐल्कोहॉल कहते हैं, वह ऐल्कोहॉल है जिसका उपयोग पीने में होता है। अन्य ऐल्कोहॉल जैसे मेथेनॉल या प्रोपेन-1-ऑल, एथेनॉल की अपेक्षा अधिक हानिकारक होती हैं। उदाहरणार्थ, मेथेनॉल (CH_3OH) का थोड़ी मात्रा में भी उपभोग करने पर गंभीर विषैला प्रभाव होता है तथा दृष्टि भी चली जाती है। मेथेनॉल यकृत में मेथेनल में ऑक्सीकृत होता जाता है। मेथेनल कोशिकाओं के अवयवों से बहुत जल्दी अभिक्रिया करता है। यह प्रोटोप्लाज्म का स्कंदन वैसे ही कर देता है जैसे कि पकाने पर अंडे का स्कंदन होता है। यदि कोई व्यक्ति शराब की थोड़ी मात्रा भी नियमित रूप से पीता है तो वह इस का आदी हो जाता है। इसके प्रभाव से उस व्यक्ति की विभेदकारी संवेदना नष्ट हो जाती है। इसका अधिक मात्रा में उपभोग करने पर यकृत को क्षति पहुंचने से मृत्यु भी हो सकती है। इसीलिए हम सभी को शराब के सेवन की निन्दा करनी चाहिए।

(ये सब विद्यार्थियों को बताने के स्थान पर शिक्षक को चाहिए कि वह इस मुद्दे पर विद्यार्थियों के विचार आमन्त्रित करे और अपनी ओर से कोई निर्णय देने की बजाए उन्हें इस बारे में बताने का मौका देकर निर्णय पर पहुंचने दें)

(II) दहन

जीवाश्मी ईंधन के दहन से कार्बन, सल्फर तथा नाइट्रोजन के ऑक्साइड बनते हैं। जो प्रमुख पर्यावरण प्रदूषक हैं। इस प्रकार उत्पन्न कुछ प्रदूषक कैंसरजनी अर्थात् ये कैंसर उत्पन्न करने वाले होते हैं। ये पौधों को भी नुकसान पहुंचाते हैं, इसके कारण पौधों की आयु घटती है, इनके उत्तक टूटने लगते हैं तथा पत्तियां, पुष्प व टहनियां झड़ने लगती हैं।

(III) जल प्रदूषण

हम सभी जानते हैं कि जीवन के लिए जल आवश्यक है। जल के बिना जीवन संभव नहीं है। हम यह मानकर चलते हैं कि जल शुद्ध है, परन्तु हमें जल की गुणवत्ता भी सुनिश्चित कर लेनी चाहिए।

पूर्व में अपमार्जकों के व्यापक उपयोग ने नदियों और जलाशयों के जल को दूषित किया है। जैसाकि पूर्व में बताया गया है, अपमार्जकों में लम्बी कार्बन शृंखलाएं पायी जाती हैं, इनमें अत्यधिक शाखन होता है। ये शाखित शृंखला वाले अपमार्जक अणु, वाहित मल, सेप्टिक टैंक तथा जलाशयों में उपस्थित सूक्ष्म जीवों द्वारा बहुत धीमी गति से निम्नीकृत (छोटे अणुओं में टूटना) होते हैं फलस्वरूप अपमार्जक लम्बे समय तक जल में बने रहते हैं तथा जलीय जीवन के लिए जल को अनुपयुक्त बनाते हैं।

आजकल उपयोग किए जाने वाले अपमार्जक उन अणुओं से बने होते हैं जिनमें न्यूनतम शाखन होता है। ये शाखित शृंखला वाले अपमार्जकों की अपेक्षा अधिक सरलता से निम्नीकृत हो जाते हैं।



(IV) ईंधन के रूप में ऐल्कोहॉल

गन्ने का पौधा, सूर्य के प्रकाश को सर्वाधिक दक्षता से रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करने वालों में से एक है। गन्ने के रस से शक्कर के क्रिस्टल पृथक करने के पश्चात शेष बचे गहरे रंग के द्रव को मोलैसेज (शीरा) कहते हैं। मोलैसेज के किण्वन से ऐल्कोहॉल (एथेनॉल) प्राप्त होता है। कुछ देशों में अब ऐल्कोहॉल पेट्रोल में योगज के रूप में प्रयुक्त होता है क्योंकि यह उत्सर्जन को सार्थक रूप से घटाता है।

आकलन

शिक्षार्थियों का विभिन्न परिस्थितियों में अनेक विधियों द्वारा आकलन उनकी योग्यताओं को पहचानने में सहायता करता है। पढ़ने- पढ़ाने की प्रक्रिया के दौरान शिक्षक आकलन की निम्नलिखित विधियों में से एक अथवा अधिक को चुन सकता है। उदाहरणार्थ-

- क्रियाकलाप
- प्रदर्शन
- परियोजना
- विज्ञान प्रश्नोत्तरी/ पहेली
- क्षेत्र भ्रमण
- लिखित जांच
- मौखिक जांच, इत्यादि

शिक्षार्थी के निर्धारित कार्य का मूल्यांकन कुछ संकेतों के आधार पर किया जा सकता है। दिये गए कार्य के आधार पर शिक्षक एक अथवा अधिक संकेतकों का चयन कर सकता है। इन संकेतकों के आधार पर शिक्षक विद्यार्थियों द्वारा किसी कार्य को करते समय उसके निष्पादन का आकलन कर सकता है।

आकलन के लिए क्रियाकलाप

‘करके सीखो’ विज्ञान में विशेष तौर पर एक आवश्यक अध्यापन कार्यनीति योजना है। जहां तक संभव हो शिक्षार्थी क्रियाकलापों को एक समूह में करें। सामाजिक मूल्यों और सहयोग की भावना के आकलन के लिए समूहों में कार्य करना लाभप्रद है। क्रियाकलाप-2 के आकलन हेतु आकलन सारणी के कॉलम II में अधिगम के कुछ संकेतक दिए गए हैं। क्रियाकलाप के विशिष्ट संकेत (क्या आकलन हो?) आकलन सारणी के कॉलम III में दिए गए हैं तथा कॉलम IV में शिक्षार्थी के आकलन (जांच सूची) के बिन्दु दिए गए हैं।

उद्देश्य: साबुन के विरचन के लिए साबुनीकरण अभिक्रिया का अध्ययन।

आकलन सारणी

क्र.सं.	अधिगम के संकेतक	क्रियाकलाप के विशिष्ट संकेतक (किसका चीज का आकलन हो)	शिक्षार्थी का आकलन (जांच सूची)
I	II	III	IV
1.	प्रयोग करना/आंकड़े एकत्रित करना	निम्नलिखित उपकरणों/सामग्री को एकत्रित करता है।	क्या आवश्यक सामग्री/उपकरण सही रूप से पहचाने गये हैं?

1.	प्रयोग करना/आंकड़े एकत्रित करना	निम्नलिखित उपकरणों/सामग्री को एकत्रित करता है।	क्या आवश्यक सामग्री/उपकरण सही रूप से पहचाने गये हैं?
		<ul style="list-style-type: none"> • कैस्टर ऑयल (25mL, वनस्पति तेल का एक नमूना) • सोडियम हाइड्रॉक्साइड • साधारण नमक (10g) • आसुत जल • लाल व नीले लिटमस पत्रों की पट्टियां • दो बीकर (250mL) • परखनलियां • कांच की छड़ • मापक सिलेंडर(50mL) • चाकू 	
		क्रियाकलाप से पूर्व कांच के उपकरण धोता और सुखाता है।	हाँ/ ना
		कैस्टर ऑयल, सोडियम हाइड्रॉक्साइड, साधारण नमक तथा जल की आवश्यक मात्राएं रखता है।	हाँ/ ना
		सोडियम हाइड्रॉक्साइड का 20% विलयन बना सकता है।	हाँ/ ना
		अभिक्रिया मिश्रण में अभिक्रिया के दौरान pH की जांच के लिए नीले तथा लाल लिटमस पत्र की पट्टियां डुबोता है।	हाँ/ ना
		बीकर को बाहर से छूने का प्रयास करता है। साधारण नमक डालते समय साबुन का जमना प्रारंभ होने तक मिश्रण के विडोलन के लिए कांच की छड़ का उपयोग करता है।	हाँ/ ना
		साबुन के जमने का धैर्यपूर्वक इंतजार करता है।	हाँ/ ना

2.	आंकड़े प्रस्तुत करना	प्रेक्षण लिखता है	हाँ/ ना
3.	आंकड़ों का विश्लेषण करना तथा निष्कर्ष निकालना	यह निष्कर्ष निकालता है कि टंडा करने पर मिश्रण जम जाता है	हाँ/ ना
		निष्कर्ष निकालता है कि सोडियम हाइड्रॉक्साइड व कैस्टर ऑयल के अभिक्रिया मिश्रण की एक बूंद लाल लिटमस पत्र पर रखने से वह नीले में परिवर्तित होता है जबकि नीला लिटमस पत्र नीला ही रहता है।	क्या विद्यार्थी यह निष्कर्ष निकाल पाता है कि क्षारीय विलयन लाल लिटमस पत्र को नीले में परिवर्तित करता है जबकि नीला लिटमस पत्र रंग में कोई परिवर्तन नहीं दर्शाता है?
		निष्कर्ष निकालता है कि कैस्टर ऑयल में सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन मिलाने पर ऊष्मा निकलती है।	क्या विद्यार्थी ऊष्माक्षेपी तथा ऊष्मशोषी अभिक्रियाओं में विभेद कर सकता है ?
4.	स्पष्टीकरण देना	प्रक्रिया से सम्बन्धित प्रश्नों के उत्तर देता है	<ul style="list-style-type: none"> हम लिटमस पत्र की पट्टी पर अभिक्रिया मिश्रण की एक बूंद क्यों रखते हैं? सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाने पर ऊष्मा का निकलना क्या दर्शाता है? साधारण नमक क्यों मिलाया जाता है?
5.		सम्बन्धित ज्ञान प्राप्त करने में रुचि दर्शाता है।	<ul style="list-style-type: none"> क्या हम NaOH के स्थान पर Na_2CO_3 प्रयुक्त कर सकते हैं? साबुन के उत्पादन में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया क्या है? क्या हम अभिक्रिया मिश्रण से ग्लिसराल पृथक कर सकते हैं?
6.	दैनिक जीवन से सम्बन्धित अनुप्रयोग	विद्यार्थी साबुन की शोधन क्रिया और दैनिक जीवन के अनुभव के बीच संबंध स्थापित कर सकते हैं	शोधन के लिए साबुन क्यों प्रयुक्त होते हैं?
7.	मूल्य/आचार-व्यवहार/सरोकार	क्रियाकलाप के पश्चात् उपकरणों को धोता और सुखाता है।	हाँ/ ना
		रसायनों का विवेकपूर्ण उपयोग करता है	हाँ/ ना

इसी प्रकार, उपरोक्त वर्णित अन्य कार्यों का भी आकलन संकेतों का चयन कर किया जा सकता है। क्षेत्र भ्रमण के लिए शिक्षक विद्यार्थियों को साबुन की फैक्ट्री दिखाने ले जा सकता है।

भ्रांतियाँ जिनका

निराकरण आवश्यक है

- यह आवश्यक है कि कार्बनिक यौगिकों में कार्बन के साथ हाइड्रोजन भी होना चाहिए।
- एक और भ्रांति है जो मिसेल के बनने से सम्बन्धित है। ऐसा मानते हैं कि मिसेल का बनना हाइड्रोकार्बन में भी हो सकता है।

यह निम्नलिखित प्रकार से समझाया जा सकता है-

साबुन के अणुओं में दो किनारे होते हैं। साबुन का आयनिक-किनारा (जो जल स्नेही है) जल के अणुओं से पारस्परिक क्रिया करता है, जबकि हाइड्रोकार्बन शृंखला (जो जल प्रतिकर्षी है) कपड़े पर लगे ग्रीस (चिकनाई) से पारस्परिक क्रिया करती है। जब जल की पर्याप्त मात्रा से कपड़े को धोया जाता है तो ग्रीस साबुन के साथ कपड़े से छूट कर बाहर आ जाता है। यदि हम साबुन को हाइड्रोकार्बन में विलेय करने का प्रयास करें और यदि यह विलेय होता है और मिसेल बनाने का प्रयास करता है तो साबुन का जल प्रतिकर्षी किनारा हाइड्रोकार्बन में विलेय होने के कारण मिसेल का बाहरी भाग बनायेगा तथा जल स्नेही भाग अर्थात् साबुन का आवेशित भाग मिसेल के अन्दर के भाग में अभिमुख होता है। चूंकि इस परिस्थिति में मिसेल के अन्दर की ओर समान आवेशों की संख्या बहुत अधिक होगी तथा इन आवेशों के मध्य प्रतिकर्षण मिसेल को अस्थायी बना देगा है अथवा दूसरे शब्दों में मिसेल नहीं बनेगा।

आकलन

शिक्षक विद्यार्थी का आकलन कुछ प्रश्न पूछकर कर सकता है। यहाँ ऐसे ही दो प्रश्न दिए गए हैं।

1. क्या आप यह सोचते हैं कि निम्नलिखित यौगिक एक ही सजातीय श्रेणी से सम्बन्धित है। अपने उत्तर का औचित्य बतलाइए।



2. निम्नलिखित में से कौन एक ही सजातीय श्रेणी से सम्बन्धित है:





प्रकाश संश्लेषण

परिचय

सभी जीवों: पादपों और प्राणियों को ऊर्जा के लिए भोजन की आवश्यकता होती है। पौधे पर्णहरित (क्लोरोफिल) की उपस्थिति में कार्बन डाइऑक्साइड और जल से अपना भोजन स्वयं संश्लेषित करते हैं और इस कार्य के लिए वे सौर ऊर्जा का प्रयोग करते हैं। दूसरी ओर प्राणि अपना भोजन प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से पौधों से प्राप्त करते हैं।

मुख्य संकल्पनाएं

- स्वपोषी अपना भोजन प्रकाश संश्लेषण प्रक्रम द्वारा स्वयं संश्लेषित करते हैं।
- प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के लिए सूर्य का प्रकाश, जल, कार्बन डाइऑक्साइड और पर्णहरित अनिवार्य हैं।

अपेक्षित पूर्वज्ञान

- खाद्य पदार्थ का संश्लेषण मुख्य रूप से हरे पौधों की पत्तियों में होता है।
- मुख्यतः हरे पौधे अपना भोजन प्रकाश संश्लेषण की विधि से स्वयं तैयार कर सकते हैं।

आदान - प्रदान कार्यनीति

संकल्पना 1.

स्वपोषी अपना भोजन प्रकाश संश्लेषण की विधि द्वारा स्वयं संश्लेषित करते हैं।

विद्यार्थियों को प्रकाश संश्लेषण से अवगत कराने के लिए आप स्वपोषी पोषण के बारे में उनके पूर्वज्ञान की सहायता ले सकते हैं। उन्हें पहले से ही पता होगा कि प्रकाश संश्लेषण की क्रिया के लिए पौधों की क्या आवश्यकताएं हैं। प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के दौरान पौधों द्वारा इन अवयवों का उपयोग कैसे किया जाता है, इनके बारे में कुछ और जानकारी देकर उन्हें समझाया जा सकता है। यहां इस बात पर ध्यान आकर्षित करना महत्वपूर्ण है कि, यद्यपि प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया हरे पौधों में तो होती है लेकिन यह कुछ अन्य जीवों, जैसे कि यूग्लिना, एवं नील हरित शैवाल में भी होती है। आप यह भी बता सकते हैं कि निर्मित खाद्य पदार्थ का भंडारण स्टार्च के (मंड) रूप में करते हैं। प्राणियों के भोजन के स्रोत के रूप में प्रकाश संश्लेषण का जो महत्व है उसकी चर्चा निम्न प्रश्नों द्वारा की जा सकती है-

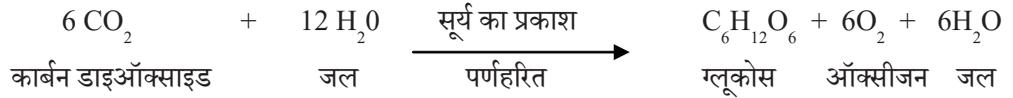
1. प्राणियों के लिए प्रकाश संश्लेषण क्यों महत्वपूर्ण है ?
2. क्या प्रकाश संश्लेषण के बिना जीवन संभव है ?



संकल्पना 2.

सूर्य का प्रकाश, जल, कार्बन डाइऑक्साइड और पर्णहरित (हरा पादप वर्णक) प्रकाश संश्लेषण के लिए अनिवार्य हैं।

विद्यार्थियों को प्रकाश संश्लेषण की मूल आवश्यकताओं को नीचे दिए गए इसके रासायनिक समीकरण और फिर प्रश्नों द्वारा इस पर चर्चा आरंभ कर तथा उनके प्रत्युत्तरों द्वारा समझाया जा सकता है।



यह दर्शाने के लिए कि प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड, सूर्य का प्रकाश और पर्णहरित अनिवार्य हैं, नीचे दिए गए क्रियाकलाप सरलता पूर्वक किए जा सकते हैं।

इन क्रियाकलापों को करने के पूर्व कुछ प्रश्नों को पूछकर चर्चा आरंभ की जा सकती है, जैसे-

- यह कैसे सुनिश्चित किया जा सकता है कि पौधों में प्रकाश संश्लेषण हुआ है ?
- पौधों में ग्लूकोस के बनने के लिए क्या-क्या कच्चा माल चाहिए ?
- यदि पौधों की पत्तियाँ हरे रंग की नहीं हैं तो क्या इनमें प्रकाश संश्लेषण की क्रिया होगी ?
- हम किस प्रकार जाँच सकते हैं कि कार्बन डाइऑक्साइड, पर्णहरित और सूर्य का प्रकाश, प्रकाश संश्लेषण के लिए अनिवार्य हैं ?

तब विद्यार्थियों को इन क्रियाकलापों को करने में मदद की जा सकती है, जिससे वे प्रकाश संश्लेषण के लिए अनिवार्य कारकों के प्रभावों का प्रेक्षण कर सकें। फिर भी, क्रियाकलापों को करने के पूर्व नीचे दिए गए तीन प्रश्नों से परिचित होना चाहिए।

1. पत्तियों को स्टार्च (मंड) रहित करना

अच्छी तरह से जल से सिंचित गमले के पौधों को 3-4 दिन तक अंधकार में या काले कागज से ढक कर रखें ताकि इसकी पत्तियों में जो भी स्टार्च हो वह शर्करा में परिवर्तित हो जाए। इस प्रक्रिया को स्टार्च रहित करना कहा जाता है।

2. पत्ती से पर्णहरित हटाना

पत्ती से पर्णहरित हटाने के लिए पत्ती को पहले कुछ समय तक जल में उबाला जाता है। फिर इसे जल से निकाल कर ठंडा किया जाता है और उसके बाद ऐल्कोहॉल युक्त क्वथन नली/परखनली में डाला जाता है। पत्ती सहित इस क्वथन नली/परखनली को तप्त जल युक्त एक बीकर में तब तक रखा जाता है जब तक कि पत्ती से सारा पर्णहरित निकलकर ऐल्कोहॉल में विसरित न हो जाए। पर्णहरित निकलने पर पत्ती रंगहीन हो जाती है।

सावधानी :

ऐल्कोहॉल युक्त क्वथन नली को सीधे आग की ज्वाला पर रखकर गरम न करें तथा क्वथन नली को उबलते हुए जल वाले बीकर में भी न डुबोएं क्योंकि ऐसा करने पर ऐल्कोहॉल शीघ्र ही वाष्पित होकर गायब हो जाएगा और पत्ती पर्याप्त समय तक, पत्ती से पर्णहरित के पूर्णतः निकलने तक ऐल्कोहॉल के संपर्क में नहीं रह पाएगी। और पत्ती से पर्णहरित पूर्णरूपेण से निष्काशित नहीं हो पायेगा पत्ती और ऐल्कोहॉल युक्त क्वथन नली को जल वाले बीकर में रखना चाहिए। इस प्रकार यह जल कुंडिका (Water bath) का कार्य करता है।



3. स्टार्च की उपस्थिति का पता करने के लिए परीक्षण:

इसके लिए, उपरोक्त वर्णित विधि द्वारा पत्ती से पर्णहरित हटा दें और पत्ती पर आयोडीन के विलयन की 2-3 बूंद डालें। कुछ ही मिनटों में पत्ती से अतिरिक्त आयोडीन विलयन बह कर निकल जाएगा। अब इसके रंग को देखें। यदि, नीला रंग प्रकट होता है तो, समझें कि पत्ती में स्टार्च मौजूद है और यदि, नीला रंग प्रकट नहीं होता है तो, समझना चाहिए कि स्टार्च मौजूद नहीं है।

क्रियाकलाप- 1

प्रदर्शित करना कि प्रकाश संश्लेषण की क्रिया के लिए सूर्य का प्रकाश अनिवार्य है।

(नोट: इस क्रियाकलाप का प्रदर्शन कक्षा में किया जा सकता है।)

अपेक्षित सामग्रियाँ :

- जल से भली भाँति सिंचित पौधे का गमला (इम्पेशिएन्स, ट्रेडेस्कैंशिया, पेलागोनियम, फ्रेंच बीन (सेम), कोलियस, टेकोमा, सैल्विया), काला कागज / ऐलुमिनियम पन्नी
- परीक्षण के लिए - आयोडीन विलयन, ऐल्कोहॉल, जल, पेट्रीडिश, ड्रॉपर, बीकर, बर्नर, त्रिपाद स्टैंड, तार की जाली

कार्यविधि:

1. एक मंडहीन (स्टार्च रहित) पौधा लें
2. प्ररोह के शिखर की एक पत्ती, खासकर ऐसी पत्ती जो तने से क्षैतिज तल में निकली हुई हो, चुनें। पत्ती के एक भाग पर काला कागज/ ऐलुमिनियम पन्नी लपेट दें। पेपर शीट या ऐलुमिनियम पन्नी की पट्टी को दबाएं तथा पेपर क्लिप लगा दें। ताकि इस भाग पर प्रकाश न पड़ सके।
3. पौधों को 4-6 घंटे तक धूप (सूर्य के प्रकाश) में रखें ताकि प्रकाश संश्लेषण हो सके।
4. प्रयोगमूलक पत्ती को पौधों से तोड़ लें और इससे पर्णहरित हटा दें और स्टार्च की उपस्थिति जानने के लिए आयोडीन परीक्षण करें।



निम्नलिखित प्रश्नों को पूछकर तथा परिणामों का सारांश ब्लैक बोर्ड पर लिखकर विद्यार्थियों से चर्चा करें-

- स्टार्च के लिए आयोडीन परीक्षण में पत्ती के ढंके हुए भाग और बिना ढंके भाग पर कौन-सा रंग प्रकट होता है ?
- पत्ती के बिना ढंके भाग पर नीले रंग की छटा दिखाई पड़नी चाहिए। पन्नी / कागज से ढंके भाग, जिस पर प्रकाश न पड़ा हो, आयोडीन विलयन के साथ पीला रंग प्राप्त कर लेगा।)



- पत्ती के बिना ढंके भाग पर नीले रंग का प्रकट होना क्या दर्शाता है ?
- स्टार्च के लिए परीक्षण में पत्ती के ढंके भाग पर नीला रंग क्यों नहीं प्रकट होता ?
- स्टार्च के लिए परीक्षण में नीले रंग का प्रकट होना क्या दर्शाता है ?
- नीले रंग का प्रकट होना स्टार्च की उपस्थिति दर्शाता है। यह बताता है कि स्टार्च पत्ती के सिर्फ उसी भाग में बना है जिस पर प्रकाश पड़ रहा था।
- पत्ती के जिस भाग पर प्रकाश पड़ रहा था वहाँ स्टार्च का निर्माण हुआ और जिस भाग पर प्रकाश नहीं पड़ा वहाँ स्टार्च नहीं बना, ऐसा क्यों हुआ ?
- प्रकाश संश्लेषण और प्रकाश के संदर्भ में इसकी व्याख्या कैसे की जा सकती है ?
- प्रकाश संश्लेषण में कार्बोहाइड्रेट के उत्पादन के कुछ चरणों में प्रकाश से ऊर्जा के सप्लाई की आवश्यकता होती है। परन्तु इस ऊर्जा की अनुपस्थिति में स्टार्च का निर्माण नहीं होता।
- बताएं कि स्टार्च रहित करने के प्रक्रम में क्या-क्या पूर्वानुमान लगाए गए ?
- कोई भी अनुमान लगा सकता है कि पौधों को 3-4 दिनों तक अंधकार में रखने के पश्चात् पत्तियों से स्टार्च निकल जाता है और जब तक पौधों को सूर्य के प्रकाश में पुनः नहीं रखा जाए यह नहीं बन सकता।)

वैकल्पिक क्रियाकलाप 1

यह दर्शाना कि प्रकाश संश्लेषण के लिए प्रकाश अनिवार्य है।

अपेक्षित सामग्री :

हाइड्रिला के पौधे, जल, बीकर, कीप, परखनली, इत्यादि।

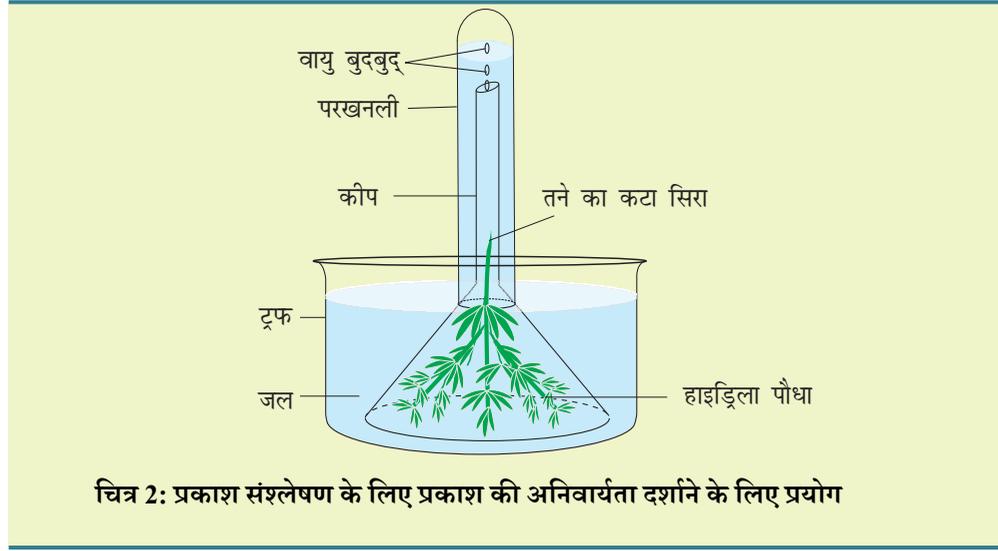
कार्यविधि :

1. हाइड्रिला के पौधों को दो अलग-अलग बीकरों, जिसमें तालाब का जल/नल का जल हो, में रखें और दोनों को एक कीप से ढंक दें।
2. अब दोनों सेटों में जल से पूरी तरह भरी परखनली को कीप की नली पर औंधा कर रख दें।
3. एक सेट को सूर्य की रोशनी (के प्रकाश) में रखें और दूसरे सेट को अंधकार में (या काले कागज से ढंक कर रखें)।
4. 30-40 मिनट के बाद उनका निरीक्षण करें।

सावधानियाँ (वैकल्पिक क्रियाकलाप के लिए)

1. हाइड्रिला जलीय पादप है अतः इसको उसी जल में रखना चाहिए जिसमें यह पहले से पल-बढ़ रहा था ताकि उसे सामान्य वृद्धि के लिए एक समान आयनी वातावरण मिल सके। अब इसे प्रयोगशाला में लाएं।
2. पौधों की स्वस्थ शाखाओं का चयन करना चाहिए और तने की सतह का क्षेत्र बढ़ाने के लिए तिर्यक (तिरछा) ढंग से काटें इससे तने में से बड़े-बड़े आकार के वायु के बुदबुदे निकलेंगे।
3. तने के कटे भाग को कीप की ग्रीवा की ओर रखें।





चित्र 2: प्रकाश संश्लेषण के लिए प्रकाश की अनिवार्यता दर्शाने के लिए प्रयोग

प्रकाश में रखे सेट में से हाइड्रिला पादप से वायु के बुदबुदे निकलेंगे।

निम्न प्रश्नों के माध्यम से संकल्पना पर आगे चर्चा हो सकती है।

- प्रकाश में रखे सेट में आपने क्या देखा ?
- अंधकार में रखे सेट में क्या परिवर्तन पाया गया ?

क्रियाकलाप- 2

यह दर्शाने के लिए कि प्रकाश संश्लेषण के लिए पर्णहरित अनिवार्य है।

आप इस क्रियाकलाप का प्रदर्शन कक्षा में कर सकते हैं।

- गमले में भली भाँति सिंचित चितकबरी (रंग बिरंगी) पत्तियों वाला पादप जैसे क्रोटन, मनी प्लांट
- आयोडिन विलयन, ऐल्कोहॉल, जल, पेट्रीडिश, ड्रॉपर, बीकर, बर्नर, त्रिपाद स्टेन्ड, तार की जाली

कार्यविधि:

1. पादप को मंड (स्टार्च) रहित करें जैसा कि पूर्व क्रियाकलाप में किया गया था और ऊपर बताए गए तरीके से आयोडिन का परीक्षण करें।
2. अब पौधे को 4-6 घंटे तक प्रकाश में रखें।
3. पौधे के शिखर के पास की एक पत्ती को तोड़कर अलग करें और उसका चित्र अपनी नोटबुक में बनाएं और चित्र में पत्ती के हरे भाग तथा हरे रंगविहीन भाग को चिह्नित करें।
4. तोड़ी गई पत्ती में स्टार्च की मौजूदगी दर्शाने के लिए परीक्षण ऊपर बताए ढंग से पत्ती से पर्णहरित हटाने के बाद करें।
5. पत्ती के पहले चित्र के साथ-साथ उसका चित्र आयोडिन परीक्षण (स्टार्च परीक्षण) करने के बाद भी बनाएं। आयोडीन-परीक्षण में पत्ती का जो भाग नीला-काला और भूरा हो गया उसकी रूपरेखा चिह्नित करें। नीला रंग स्टार्च के कारण है और भूरा रंग पत्ती के ऊतकों के आयोडीन से रंगे जाने के कारण है।



चित्र:3 चितकबरी पत्ती

(क) मंड के परीक्षण से पहले और
(ख) परीक्षण के बाद

क्रियाकलाप 2 के परिणाम की चर्चा विद्यार्थियों से निम्न प्रश्नों के माध्यम से और परिणामों को संक्षिप्त करण कर के की जा सकती है।

1. आयोडिन परीक्षण के पहले और बाद में बनाए गए पत्ती के चित्र को ध्यान पूर्वक देखें। क्या आप को पत्ती में उपस्थिति हरे भाग एवं आयोडीन परीक्षण के बाद उपस्थिति स्टार्च (मंड) के वितरण पैटर्न में कुछ समानता नजर आती है

 पत्ती में उपस्थिति हरे क्षेत्रों एवं प्रकाश संश्लेषण के बाद आयोडीन परीक्षण द्वारा दिखाई देने वाले स्टार्च के वितरण क्षेत्रों में पूर्ण रूपेण समानता होनी चाहिए।

2. पत्ती के किन भागों में स्टार्च का निर्माण नहीं हुआ?
3. प्रकाश संश्लेषण के संदर्भ में स्टार्च के वितरण को कैसे समझाया जा सकता है ?

स्टार्च सिर्फ पत्ती के हरे क्षेत्रों में ही स्टार्च का संश्लेषण हुआ है। अनुमानतः इसका कारण है कि, प्रकाश संश्लेषण के लिए पर्णहरित अनिवार्य / अपरिहार्य है।



- स्टार्च के परीक्षण के पूर्व पत्ती का चित्र कागज (बटर पेपर/ट्रेसिंग पेपर) पर बनाना आवश्यक है क्योंकि जब पत्ती पूर्णतः रंगविहीन हो जाती है तो, यह याद रखना कठिन हो जाएगा कि रंगबिरंगी पत्ती में अहरित भाग कहां-कहां मौजूद था ताकि पत्ती में स्टार्च वितरण के स्वरूप की तुलना पर्णहरित वितरण के स्वरूप से की जा सके।
- इसके लिए अलग से नियंत्रण प्रयोग करने की आवश्यकता नहीं है क्योंकि इस मामले में रंग बिरंगी पत्ती में पर्णहरित की उपस्थिति तथा अनुपस्थिति प्रयोग के साथ-साथ नियंत्रण का भी (यानी दोनों) कार्य करती है।

क्रियाकलाप- 3

यह प्रदर्शित करना कि प्रकाश संश्लेषण के दौरान गैसों का विनिमय रंध्रों (स्टोमेटा) द्वारा होता है। यह रंध्र सूक्ष्म छिद्र के रूप में पत्ती की सतह पर होते हैं जिनके द्वारा पादप प्रकाश संश्लेषण के दौरान वातावरण से कार्बन डाइऑक्साइड का अंतर्ग्रहण करता है तथा इस प्रक्रम में उत्पादित ऑक्सीजन भी इन्हीं रंध्रों से होकर बाहर निकलती है।

अपेक्षित सामग्री:

अच्छी तरह से सिंचित गमले में उगा द्विबीजपत्री पौधा (जैसे ब्रायोफिलम, टेकोमा) पेट्रोलियम जेली / ग्रीज, आयोडिन विलयन, पेट्री-डिश, आदि।

कार्यविधि :

1. पौधे को स्टार्च रहित करें जैसा कि पूर्व क्रियाकलापों में बताया गया है।
2. स्टार्च विहीन किए गए पादप से दो पत्तियों को चुन लें और एक पत्ती की भीतरी सतह पर और दूसरी पत्ती के दोनों सतहों पर ग्रीज/पेट्रोलियम जेली की एक पतली परत लगाएं।
3. पौधे को लगभग 4-6 घंटे तक के लिए सीधे सूर्य के प्रकाश में रखें जिससे कि प्रकाश संश्लेषण हो सके।
4. अब प्रयोगगत पत्तियों को और नियंत्रण के लिए पादप की किसी अन्य पत्ती को तोड़ लें। इन पत्तियों से पर्णहरित को हटा दें तथा पहले बताई गई विधि के अनुसार स्टार्च का परीक्षण करें।

1. तीनों पत्तियों में से किस पत्ती में स्टार्च सर्वाधिक मात्रा में बना है ?
2. जिस पत्ती के दोनों तरफ पेट्रोलियम जेली आलेपित किया था उसमें स्टार्च क्यों नहीं दिखलाई पड़ा (या बना) ?
3. एक पत्ती के केवल निचले सतह पर ही पेट्रोलियम जेली क्यों आलेपित की गई ?

द्विबीजपत्री पादपों की पत्तियों में रंध्र सिर्फ निचली सतह पर ही होते हैं जबकि एक बीजपत्री पादपों की पत्तियों में रंध्र दोनों सतह पर होते हैं।

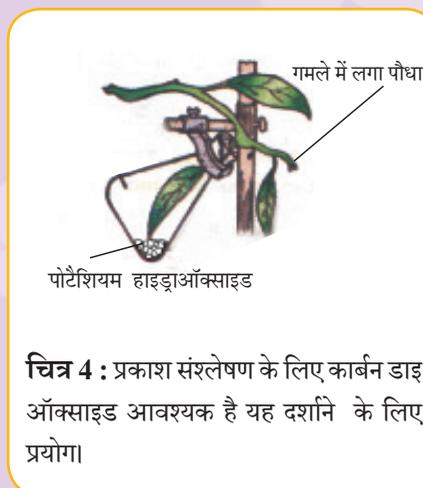
क्रियाकलाप- 4

यह दर्शाना कि कार्बन डाइऑक्साइड प्रकाश संश्लेषण के लिए अपरिहार्य है।

अपेक्षित सामग्री: अच्छी तरह से जल-सिंचित गमले में लगा पौधा, चौड़े मुँह वाला फ्लास्क/ बोटल, दो भागों में लम्बाई में कटा कॉर्क, KOH विलयन (कॉस्टिक पोटाश), ऐल्कोहॉल, आयोडिन विलयन, पेट्रोलियम जेली, बीकर, एक पेट्रीडिश, चिमटी, बर्नर, त्रिपाद स्टैंड, तार की जाली और क्लैम्प पौधे को स्टार्च विहीन करें और 2-3 पत्तियों का परीक्षण कर देखें कि उनमें स्टार्च है या नहीं।

कार्यविधि:

1. पौधे को स्टार्च विहीन करें और 2-3 पत्तियों का परीक्षण कर देखें कि उनमें स्टार्च है या नहीं।
2. फ्लास्क का 1/5 वां भाग KOH विलयन से भरें।
3. एक ऐसा कॉर्क लें जो "फ्लास्क के मुँह में फिट हो जाए और इसे लम्बाई में दो भागों में विखंडित करें।
4. स्टार्च विहीन पादप की एक अखंड पत्ती को KOH विलयन युक्त फ्लास्क, जिसके मुँह में विखंडित कॉर्क लगा हो, इस प्रकार डालें कि पत्ती का आधा भाग जार के अंदर हो और पत्ती का दूसरा आधा भाग जार के बाहर हो जैसा कि चित्र 4 में दिखाया गया है। सुनिश्चित करें कि पत्ती KOH विलयन से सटी हुई नहीं है। "फ्लास्क में रखें KOH का कार्य CO_2 का अवशोषण करना है।"
5. फ्लास्क को वायुरोधी बनाएं और इसके लिए फ्लास्क के मुँह पर पेट्रोलियम जेली का एक पतला आलेप लगा दें।
6. सैट-समूह को लगभग 5-6 घंटे के लिए सूर्य के प्रकाश में रखें।
7. प्रयोगगत पत्ती को अलग कर तोड़ लें और पर्णहरित हटाने के पश्चात् इस पर स्टार्च का परीक्षण करें।



चित्र 4 : प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड आवश्यक है यह दर्शाने के लिए प्रयोग।

क्रियाकलाप – 4 के परिणाम की चर्चा विद्यार्थियों से निम्न प्रश्नों को पूछकर की जा सकती है।

1. क्या आयोडिन परीक्षण में पत्ती का जो भाग फ्लास्क के अंदर था और जो भाग बाहर था दोनों में एक ही रंग नज़र आता है ? आप निरीक्षण में क्या अंतर पाते हैं ?

आयोडिन के साथ स्टार्च - परीक्षण के पश्चात् पत्ती का फ्लास्क के अंदर वाला भाग पीले रंग का दिखता है, इससे यह पता चलता है कि इसमें स्टार्च नहीं है। स्टार्च परीक्षण में पत्ती का फ्लास्क के बाहर वाला भाग नीला - काला नज़र आता है जो यह बतलाता है कि इसमें स्टार्च उपस्थित है।

2. आयोडिन परीक्षण में पत्ती का फ्लास्क के अंदर वाला भाग नीले-काले रंग का क्यों नहीं हो जाता ?

पत्ती में स्टार्च का बनना प्रकाश संश्लेषण का प्रमाण है। पत्ती का फ्लास्क के अंदर वाले भाग में नीला - काला रंग प्रकट नहीं होता क्योंकि KOH विलयन फ्लास्क के अंदर की सारी कार्बन डाइऑक्साइड को अवशोषित कर लेता है।

3. प्रकाश संश्लेषण में कार्बन डाइऑक्साइड के महत्व के बारे में एक सामान्य विवरण दें।
इन परिणामों से पता चलता है कि प्रकाश संश्लेषण कार्बन डाइऑक्साइड की उपस्थिति में होता है।



- ऊपर वर्णित सभी क्रियाकलापों के लिए मोटी मोमी उपत्वचा (क्यूटिकल) युक्त पत्तियाँ न लें।
- वैकल्पिक रूप से, प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड महत्वपूर्ण है यह दिखलाने के लिए निम्न क्रियाकलाप किए जा सकते हैं।

वैकल्पिक क्रियाकलाप 4 (क)

यह दर्शाना कि प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड अपरिहार्य है

अपेक्षित सामग्री : बीकर, हाइड्रिला पादप, कीप, परखनली, $\text{KHCO}_3/\text{NaHCO}_3$

कार्यविधि :

- वैकल्पिक क्रियाकलाप (1) की तरह इस क्रियाकलाप के लिए दो समूहों की व्यवस्था करें।
- इसके अतिरिक्त दो-तीन चुटकी भर $\text{KHCO}_3 / \text{NaHCO}_3$ लेकर एक सेट के जल में जरूर मिलाएं।
- $\text{KHCO}_3 / \text{NaHCO}_3$ युक्त और इसके बिना दोनों ही समूहों को सूर्य प्रकाश में रखें।
- दोनों समूहों का प्रकाश संश्लेषण के प्रक्रम के लिए निरीक्षण करें।

नीचे दिए गए प्रश्नों के माध्यम से चर्चा आरंभ करें:

- आप किस समूह में ज्यादा बुदबुदे निकलते हुए देख रहे हैं ?
- एक समूह में ज्यादा तेजी से बुदबुदे निकल रहे हैं इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

$\text{KHCO}_3 / \text{NaHCO}_3$ के मिलाने के फलस्वरूप कार्बन डाइऑक्साइड की अधिक मात्रा उपलब्ध है। इसके कारण प्रकाश संश्लेषण की दर बढ़ जाएगी और तेजी से ज्यादा बुदबुदे निकलेंगे।

वैकल्पिक क्रियाकलाप 4 (ख)

- दो स्वस्थ पौधे लें जो लगभग समान आकार के हों।
- दोनों पौधों को तीन दिन तक अंधकार में रखें।
- अब हर एक पौधे को अलग-अलग काँच की शीट पर रखें।
- एक वाच ग्लास में पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड रखें और इसे दोनों में से एक पौधों के पास रखें ताकि यह कार्बन डाइऑक्साइड का अवशोषण करे ले।
- दोनों पौधों को बेल जारों से अलग-अलग ढक दें जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है।
- जारों के तल और ग्लास प्लेटों के बीच के खाली स्थान को पेट्रोलियम जेली से सील कर दें ताकि सेट-सामग्री वायुरोधी हो जाए।



- पौधो को 2 घंटे तक सूर्य के प्रकाश में रखें।
- बेलजार- पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड सहित वाच ग्लास
 - (a) पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड सहित
 - (b) पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड रहित
- प्रत्येक पौधे से एक पत्ती तोड़ लें और जैसा कि ऊपर के क्रियाकलाप में बताया गया है स्टार्च की मौजूदगी जानने के लिए परीक्षण करें।

शिक्षक के लिए अतिरिक्त जानकारी

शिक्षकों को निम्न बातों की विस्तृत जानकारी होनी चाहिए।

1. पर्णहरित द्वारा प्रकाश ऊर्जा का अवशोषण
 2. प्रकाश ऊर्जा का रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तन और जल अणुओं का हाइड्रोजन और ऑक्सीजन में विखंडित होना।
 3. कार्बोहाइड्रेट के उत्पादन के लिए कार्बन डाइऑक्साइड का स्थिरीकरण।
- यह जरूरी नहीं कि उपर्युक्त चरणों में प्रत्येक चरण के तुरंत बाद दूसरा चरण होता है। उदाहरण के लिए मरु पादप रात में कार्बन डाइऑक्साइड का प्रयोग कर एक मध्यवर्ती बनाता है जो कि दिन में सौर ऊर्जा का प्रयोग कर पर्णहरित द्वारा अवशोषित होने पर कार्बोहाइड्रेट में बदल जाता है।
 - प्रकाश में होने वाली और प्रकाश की अनुपस्थिति में होने वाली अभिक्रियाएं साथ-साथ चलती रहती हैं। प्रकाश अभिक्रियाएं ATP द्वारा चालित होती हैं और यह प्रकाश आश्रित अभिक्रियाओं के कारण होती हैं। दोनों ही प्रकार की अभिक्रियाएं अंधकार में रुक जाती हैं। लेकिन प्रकाश अनाश्रित क्रियाएं कुछ अधिक देर तक हो सकती हैं यदि हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) में ATP रह जाए।

भ्रांतियाँ जिनका

निवारण करने की आवश्यकता है

- प्रकाश संश्लेषण पादपों की श्वसन क्रिया है।
- पादपों में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया होती है और प्राणियों में श्वसन क्रिया होती है।
- प्रकाश संश्लेषण गैसों का विनिमय प्रक्रम है जिसके दौरान CO_2 का अंतर्ग्रहण किया जाता है और O_2 बाहर निकलती है।
- पादप जब प्रकाश संश्लेषण कर रहे होते हैं तो वे श्वसन नहीं करते।
- पौधों में दिन में श्वसन क्रिया नहीं होती है जबकि प्रकाश संश्लेषण की क्रिया दिन में होती रहती है।
- पौधों में श्वसन क्रिया सिर्फ रात में होती है।
- प्रकाश संश्लेषण के बारे सबसे अधिक सामान्य मिथ्या धारणा है कि पादप अपने लिए अपेक्षित

 श्वसन के दौरान जो CO_2 निकलती है वह दिन में पादप द्वारा प्रकाश संश्लेषण में उपयोग की जाती है।

ऊर्जा की पूर्ति केवल सूर्य से करते हैं। वे शर्करा और अन्य अणुओं का निर्माण दूसरे जीवों के लिए करते हैं। वास्तविकता यह है कि सूर्य से प्राप्त ऊर्जा का प्रयोग प्रकाश संश्लेषण के प्रकाश तंत्र -II को शक्ति प्रदान करने के लिए किया जाता है और जो ATP उत्पन्न होता है वह हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) से अलग नहीं होता। पादपों को अपनी कोशिका की ऊर्जा संबंधी आवश्यकता की पूर्ति के लिए ग्लाइकोल अपघटन (ग्लाइकोलिसिस) और कोशिकीय श्वसन का प्रयोग कर शर्करा को तोड़ना पड़ता है। पादप अपने द्वारा उत्पन्न यौगिकों का उपयोग कोशिका के भागों के निर्माण के लिए भी करता है।

- विद्यार्थी प्रायः यह मानते हैं कि प्रकाश संश्लेषण पौधों के कोशिकीय श्वसन का एक तरीका है। लेकिन पादप सहित सभी सुकेंद्रकी प्राणियों में कोशिकीय श्वसन होता है। समग्र रूप से प्रकाश संश्लेषण ऊर्जाशोषी प्रक्रम है जो अणुओं में ऊर्जा का भंडारण करता है। जबकि श्वसन ऊर्जा -जनिक (एक्सरगोनिक) प्रक्रम है जो कोशिका के प्रयोग के लिए ऊर्जा उत्पन्न करता है।

आकलन

1. प्रकाश संश्लेषण के लिए अनिवार्य कारकों के सत्यापन की जाँच के लिए गमले में रखे पौधों को प्रयोग के पूर्व 3-4 दिनों तक अंधकार में क्यों रखा जाता है ?
2. प्रकाश संश्लेषण के लिए अनिवार्य कारकों के लिए प्रयोग करते समय गमले में रखे स्टार्चविहीन पादप की कुछ पत्तियों में स्टार्च नहीं है, इसका पता करने के लिए पत्तियों का परीक्षण करना महत्वपूर्ण क्यों है ?
3. गमले में रखे पौधों की पत्ती पर काले कागज की पट्टी लगा देने के पश्चात् इसे 6-8 घंटों तक सूर्य के प्रकाश क्यों रखा जाता है ?
4. क्वथन नली के भीतर रखी गई पत्ती को ऐल्कोहॉल में डुबाने के पूर्व कुछ मिनटों तक खौलते हुए जल में क्यों रखा जाता है ?
5. प्रश्न 4 में ऐल्कोहॉल की भूमिका क्या है ?
6. प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाइऑक्साइड अनिवार्य है। यह पता करने के लिए जो प्रयोग किया जाता है उसमें KOH टिक्तियों की भूमिका क्या है ?
7. क्रियाकलाप 2 में आयोडीन परीक्षण में पत्ती के रंग बिरंगे भाग में नीला रंग क्यों नहीं दिखता है ?
8. मान लीजिए कि आपको दो पत्तियाँ दी गई हैं। इनमें से एक पत्ती 3-4 दिनों तक अंधकार रखे पौधों का है और दूसरी पत्ती सूर्य के प्रकाश में रखे पौधों से है। आप किस प्रकार दोनों पत्तियों में अंतर करेंगे ?

7

आनुवंशिकता एवं विकास

परिचय

हम जानते हैं कि पौधे और प्राणी दोनों ही जीव संतति(संतान) उत्पन्न करते हैं ताकि उनकी जाति का अस्तित्व कायम रह सके। आपने देखा होगा कि गन्ने के खेत में, जो अलैंगिक विधि से जनन करते हैं, अधिकतर पौधे एक दूसरे के सदृश्य नजर आते हैं और उनमें विभिन्नता बहुत कम होती है। परन्तु यदि आप लैंगिक विधि से जनन करने वाले जीव, जैसे कि कुत्ता का उदाहरण लें तो इनके बच्चों में विभिन्नताएं बिल्कुल स्पष्ट हैं। ऊपर जो कुछ कहा गया है उससे आपको पता चल जाएगा कि प्रकृति में किस प्रकार ये समानताएं और भिन्नताएं प्रकट होती हैं।

आनुवंशिकता और विभिन्नता साथ-साथ चलती है और ये विकास के आधार हैं। जीव विज्ञान की वह शाखा जो आनुवंशिकता और वंशागत समानताओं तथा विभिन्नताओं के तथ्यों और नियमों से संबंध रखती है, उसे आनुवंशिक विज्ञान (आनुवंशिकी) कहा जाता है। आनुवंशिकी वह विज्ञान है जो यह बताती है कि सजीव अपने माता-पिता (जनक) के सदृश्य होते हुए भी उनसे भिन्न होते हैं।

अध्ययन के दौरान विद्यार्थियों का अधिगम कौशल और संप्रेषण पर पूर्ण अधिकार होना चाहिए और उन्हें अपने में आत्मनिर्भरता विकसित करनी चाहिए तथा आजीवन अधिगम तकनीकों को सीखना चाहिए। अधिकांश संकल्पनाएँ और विचार अमूर्त होते हैं। इसलिए इनको पूरा करना कठिन होता है। यदि इन्हें सावधानीपूर्वक और उचित तरीके से पूरा नहीं किया जाए तो यह विषय अरूचिकर हो जाता है। यह शीर्षक अध्यापन और अधिगम के लिए आनन्ददायक हो इसके लिए कुछ कार्यनीतियाँ नीचे दी गई हैं।

इस अध्याय में ऐसे अनेक शब्द हैं जिनकी संकल्पना की किसी व्याख्या के पूर्व स्पष्टतः उदाहरण सहित समझने की जरूरत है। इनमें से कुछ शब्द नीचे दिए गए हैं:

युग्मक- नर या मादा लिंग कोशिका यानी शुक्राणु या अंडाणु।

गुणसूत्र- केंद्रक में उपस्थित सूत्र सदृश्य संरचनाएँ जो क्रोमैटिन पदार्थ की बनी होती हैं।

विभिन्नता- किसी व्यक्ति में लैंगिक जनन द्वारा उत्पन्न विभिन्न अभिलक्षण।

जीन - गुणसूत्र का एक भाग जो वंशागति की एक इकाई का निर्माण करता है। जीन जनक से संतति में जनक के युग्मकों (शुक्राणु या अंडाणु) में मौजूद गुणसूत्रों द्वारा अंतरित होते हैं।

विशेषक- किसी जीव का आनुवंशिकतः निर्धारित लक्षण

युग्मविकल्पी- यह जीन के दो वैकल्पिक रूप हैं।



प्रभावी जीन- विषमयुग्मजी जीवों में अपने को प्रकट करते हैं

अप्रभावी जीन- जीन जो प्रभावी जीन की उपस्थिति में अपने आप को प्रकट ना कर सकता हो।

समयुग्मजी- किसी जीन के दोनों युग्मविकल्पी सदृश्य या समान होते हैं।

विषमयुग्मजी- किसी जीन के दोनों युग्मविकल्पी असदृश्य या असमान होते हैं। जैसे किसी विशिष्ट अभिलक्षण के लिए एक तो प्रभावी और दूसरा अप्रभावी युग्म विकल्पी होता है।

जीनप्ररूप- किसी जीव का जीनीय संघटन (आनुवंशिक संरचना)।

लक्षणरूप- जीन की दृश्य अभिव्यक्ति (जीन का दिखलाई पड़ने वाला रूप)।

यहाँ इस शीर्षक के अंतर्गत एकसंकर और द्विसंकर क्रॉसों की संकल्पना की व्याख्या सरल क्रियाकलापों द्वारा की गई है जिससे कि यह विषय को रुचिकर बना देगा। प्राकृतिक वरण की संकल्पना की व्याख्या के लिए क्रियाकलाप-समूह दिए गए हैं। भूगोलीय पृथक्करण के कारण जाति उद्भव (speciation) को सामूहिक क्रियाकलापों द्वारा समझाया गया है। कुछ संकल्पनाएँ जैसे कि, समजात (homologous) अंग और समवृत्ति (analogous) अंग की व्याख्या भी चित्रों द्वारा की गई है।

मुख्य संकल्पनाएँ

1. सजीव संसार में भिन्नताएं होती हैं।
2. हर एक जीव, असंबंधित जीवों की अपेक्षा अपने जनक से अधिक समानता होती है।
3. विशेषक (जीवों के आनुवंशिकतः निर्धारित अभिलक्षण, जैसे कि केश के रंग, फूल का रंग, कर्णपालि, विडो-पीक (माथे के बालों का विशिष्ट पैटर्न), कद, इत्यादि वंशागत होते हैं, लेकिन फिर भी संतानों में विभिन्नताएं होती ही हैं।
4. कुछ पीढ़ियों में कुछ विशेषक गुप्त रहते हैं और वे भावी पीढ़ियों में प्रकट होते हैं।
5. मेन्डल के वंशागति नियम, यानि
 - (क) लैंगिक जनन करने वाले जीव में प्रत्येक विशेषक के लिए जीनों की दो कॉपियां वंशागत होती हैं।
 - (ख) प्रत्येक विशेषक के लिए जीनों की दो कॉपियाँ युग्मक निर्माण के समय एक दूसरे से अलग होती हैं।
 - (ग) युग्मक निर्माण के समय प्रत्येक विशेषक के लिए जीन एक दूसरे से स्वतंत्र रूप से अपव्यूहन (assort) करते हैं।
 - (घ) संकर संतति केवल प्रभावी विशेषक में ही प्रकट होता है।
6. प्रत्येक विशेषक दो युग्मविकल्पियों द्वारा नियंत्रित होता है इनमें से एक युग्मविकल्पी माता से और दूसरा पिता से आता है।
7. एकसंकर क्रॉस द्वारा केवल एक विशेषक की वंशागति होती है।
8. द्विसंकर क्रॉस द्वारा दो विशेषकों की वंशागति होती है।



9. DNA जीनीय द्रव्य (आनुवंशिक द्रव्य) है।
10. मानव सहित सभी प्राणियों में लिंग निर्धारण।
11. प्राकृतिक वरण।
12. आनुवंशिक विचलन।
13. जाति उद्भवना।
14. समजात अंग।
15. समवृत्ति अंग।

अपेक्षित पूर्वज्ञान

- स्व-परागण का तात्पर्य क्या है?
- क्रॉस-परागण (पर-परागण) का तात्पर्य क्या है?
- लैंगिक जनन में युग्मक बनते हैं।
- जनकीय गुणसूत्र की तुलना में प्रत्येक युग्मक में गुणसूत्रों की संख्या आधी होती है।
- युग्मकों के परस्पर मिलने से युग्मनज (Zygote) बनते हैं।
- युग्मकों की संयुक्ति (संलयन) को निषेचन कहा जाता है।
- युग्मनज वृद्धि करता है और व्यष्टि बन जाता है।

क्रियाकलाप- 1

मैं अपने माता-पिता या दादा-दादी/(नाना-नानी) के सदृश्य क्यों दिखता हूँ?

क्रियाकलाप का उद्देश्य: छात्रों को सहायता करना ताकि वह निम्न संकल्पनाओं को समझ सकें:

- सजीव संसार में विभिन्नताएं होती हैं।
- असंबंधित (अन्य जीवों) की अपेक्षा प्रत्येक जीव अपने माता-पिता से अधिक सदृश्य दिखता है।
- विशेषक वंशागत होते हैं लेकिन संतानों में फिर भी विभिन्नताएं होती हैं।
- कुछ विशेषक कुछ पीढ़ियों में अप्रकट रह सकते हैं, लेकिन अन्य पीढ़ियों में प्रकट हो जाते हैं।

क्रियाकलाप आरंभ करना

अपनी कक्षा को चार या पांच दलों (टीम) में बांटें। निम्न विशेषकों में से कोई एक विशेषक चुन लें जो आनुवंशिक रूप से निर्धारित हों और छात्रों से पूछें कि उनके दल के कितने छात्रों में वह विशेषक देखा जा रहा है

- (i) जुड़ी हुई/ मुक्त कर्णपालि
- (ii) विडो पीक की मौजूदगी/ गैर मौजूदगी
- (iii) खंडयुक्त (ठोढ़ी) की उपस्थिति/अनुपस्थिति
- (iv) जीभ को मोड़ने की क्षमता

क्रियाकलाप के साथ कार्रवाई: छात्रों को अपना प्रेक्षण करने दें यदि वे लक्षणों को पहचानने में अक्षम हैं तो आप उनका मार्गदर्शन कर सकते हैं।

परिचर्चा: निम्न तरीके से प्रश्नों को पूछकर परिचर्चा को आगे बढ़ाएं

(निम्न चर्चा कर्णपालि लक्षण पर आधारित है)

- क्या सभी समूह- सदस्यों में कर्णपालि जुड़ी हुई/ मुक्त है।
- उनसे कितने सदस्यों की कर्णपालि जुड़ी/ मुक्त है।
- क्या जिन सदस्यों की कर्णपालि जुड़ी/मुक्त है उनमें से कितनों के परिवार के सदस्यों में वही लक्षण है?
- परिवार के किस सदस्य में ऐसा लक्षण है ?
- प्राप्त परिणामों की चर्चा करें और छात्रों को समझने में मदद करें कि जनसंख्या में विभिन्नताएं हैं।



परियोजना

प्रत्येक दल के लिए एक विशेषक निर्धारित करें। दलों से उन्हें निर्धारित विशेषक पर अपने मुहल्ले के 10 परिवारों (खासकर तीन पीढ़ियों तक) जिनसे उनका खून का रिश्ता है और जिनसे उनका खून का रिश्ता नहीं है, से आँकड़ा एकत्रित करने को कहें। यदि प्रत्येक समूह में पांच छात्र हैं तो प्रत्येक छात्र को दोनो परिवारों, जो उनसे संबधित हैं और जो उनसे संबधित नहीं है से भी आँकड़ा एकत्र करना है।

शिक्षक द्वारा छात्रों का मार्गदर्शन किया जाए जिससे कि छात्रों को आँकड़ा- संचयन में मदद मिले:

आँकड़ा संचयन के दौरान छात्रों को निम्न बातों पर गौर करने को कहें:

- माता-पिता और बच्चों में जो लक्षण निर्धारित किए गए हैं उनमें पाई जाने वाली समानताएं और विभिन्नताएं
- परिवार के सदस्यों के लक्षणों में समानताएं (समूह के लिए निर्धारित)।
- समानताओं के आधार पर पारिवारिक सदस्यों का समूहन। उदाहरण के लिए महिलाओं के बीच समानताएं या पुरुषों के बीच समानताएं।
- तालिकाबद्ध रूप में आँकड़ों का संकलन

चर्चा पूरी करना:

छात्र समूहों से कक्षा में आँकड़ा प्रस्तुत करने को कहें। अब निम्न प्रश्नों द्वारा चर्चा पूरी करें:

- क्या समूह के लिए निर्धारित खास प्रकार के विशेषक (लक्षण) के मामले में बच्चे अपने माता या पिता(या माता-पिता) से मिलते-जुलते हैं?
- क्या यह लक्षण परिवार के सभी सदस्यों में पाया जाता है?
- क्या यह लक्षण समाज के कुछ सदस्यों/ सभी सदस्यों में पाया जाता है?
- क्या एक ही तरह की लक्षण-सादृश्यता माता या पिता (माता-पिता) और बच्चों में पाया जाता है?
- दलों से पूछें कि वह पता लगाएँ कि उनको निर्धारित लक्षण बच्चों में मौजूद हैं, क्या यह लक्षण पिता में और या माता में या उनमें से किसी एक में मौजूद है या उनमें से किसी में भी मौजूद नहीं है।
- इस बात पर छात्रों से निष्कर्ष पर पहुंचने में उनकी सहायता करें कि, बच्चे अपने माता-पिता के सदृश्य हैं, लेकिन विभिन्नताएं हो सकती हैं।
- बच्चों को चर्चा करने में और एक निष्कर्ष पर पहुंचने में सहायता करें कि लक्षण माता-पिता से बच्चों में अंतरित होते हैं।
- बताएं कि यदि लक्षण माता या पिता में से किसी एक में या दोनों में मौजूद हैं तो यह बच्चे में विद्यमान हो भी सकता है या नहीं भी। लक्षण अप्रकटित भी रह सकते हैं।
- बच्चों को तार्किक निष्कर्ष पर पहुंचने में सहायता करें कि यदि कोई लक्षण बच्चों और दादा-दादी या नाना-नानी में मौजूद हैं परन्तु बच्चों में माता-पिता में लक्षण दिखलाई नहीं पड़ रहे हैं तो वह लक्षण माता-पिता में अव्यक्त हैं।

निष्कर्ष:

आपने देखा होगा कि किसी भी समष्टि में विभिन्नताएं सदा चलती रहती हैं। इस प्रकार हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि दो व्यक्तियों में जितना अधिक निकट का संबंध होगा उतना ही कम विविधता होगी।



 छात्रों को प्रारंभिक जानकारी देने के लिए, कि लक्षण अगली पीढ़ी तक जाते रहते हैं, यह क्रियाकलाप निष्पादित करते रहें। इस समय इस बात की चर्चा नहीं होनी चाहिए कि किस प्रकार लक्षण वंशागत होते रहते हैं।

आकलन

- यदि आपके सहपाठी की कर्णपालि मुक्त है, तो आप इनमें से किस स्थिति (यों) की उम्मीद करते हैं,
 - माता-पिता दोनों की कर्णपालि मुक्त हो सकती है।
 - माता-पिता में से कम से कम एक की कर्णपालि मुक्त है।
 - माता-पिता में से किसी की भी कर्णपालि मुक्त नहीं है।
 - भाइयों/या बहनों में से कुछ की कर्णपालि मुक्त।
 - उपर्युक्त सभी स्थितियाँ संभावित हैं।
- इस कथन के बारे में आपकी राय क्या है? “माता-पिता के सभी लक्षण बच्चों में परिलक्षित होते हैं”।
- यदि बच्चों में एक लक्षण दिखता है और माता-पिता में वह लक्षण परिलक्षित नहीं होता, तो क्या बच्चे के दादा-दादी/ नाना-नानी में वह लक्षण उपस्थित हो सकता है? क्यों?

 परियोजना कार्य (आंकड़ा संग्रह) आकलन के लिए छात्रों का आकलन निम्न कसौटी पर हो सकता है – दल भावना, चर्चा में भागीदारी, समन्वय, प्रस्तुति।

शिक्षक के लिए

आकलन

छात्रों से अपनी जिज्ञा को मोड़ने की क्षमता पर आँकड़े एकत्र करने को कहें और आकलन तथा इसके लिए निहित स्रोत पुस्तिका में दिए गए मार्गदर्शन के आधार पर उनका मूल्यांकन करें।

क्रियाकलाप- 2

मेन्डल के वंशागति के नियम

क्रियाकलाप का उद्देश्य-

- मेन्डल के वंशागति के नियम की व्याख्या करना, अर्थात्
 - लैंगिक रूप से जनन करने वाले प्रत्येक जीव में प्रत्येक विशेषक की दो कॉपियाँ वंशागत होती हैं।
 - युग्मक निर्माण के दौरान विशेषकों की दोनों कॉपियाँ एक दूसरे से अलग होती हैं।
 - युग्मक निर्माण में विभिन्न विशेषकों के जीन एक दूसरे से स्वतंत्र रूप से अपव्यूहन करते हैं।
 - संकर संतति में सिर्फ प्रभावी विशेषक प्रकट होते हैं।
- प्रत्येक विशेषक का नियंत्रण दो युग्मविकल्पियों द्वारा होता है। इनमें से एक युग्मविकल्पी माता से और दूसरा युग्मविकल्पी पिता से आता है।

 विशेषक विपर्यास रूप में प्रकट होते हैं। उदाहरण के लिए, कर्णपालि या तो जुड़ी हो सकती है या स्वतंत्र होती है जैसा कि पूर्व क्रिया-कलाप में देखा गया था। ऐसे विशेषकों की विपर्यास रूप में वंशागति की व्याख्या मेन्डल ने मटर के पौधों पर किये गए अपने प्रयोगों के आधार पर की है। मेन्डल ने इन प्रयोगों में पाया कि कुछ विशेषक दूसरे पर प्रभावी हैं। विद्यार्थियों को निम्न प्रयोगों द्वारा प्रभावी और अप्रभावी लक्षण को समझाया जा सकता है। क्रियाकलाप आरंभ करने के पूर्व यह सुनिश्चित करना चाहिए कि विद्यार्थी इस बात को जानते हैं कि संतति में गुणसूत्रों की आधी संख्या माता से और आधी संख्या पिता से प्राप्त होती है। लेकिन इस स्तर पर क्रोसिंग ओवर की संकल्पना की चर्चा नहीं की जानी चाहिए क्योंकि इससे विद्यार्थियों को भ्रम हो सकता है।

अध्यापन के पूर्व की तैयारियाँ-

लैंगिक रूप से जनन करने वाले प्रत्येक जीव में एक ही विशेषक की दो कॉपियाँ- एक कॉपी माता से और दूसरी कॉपी पिता से वंशागत होती है। प्रत्येक कॉपी को युग्मविकल्पी कहा जाता है। आप युग्मविकल्पियों को दर्शाने के लिए लाल और सफेद मनकों का उपयोग कर सकते हैं। मनके समान आकार के होने चाहिए। सभी मनकों को एक पात्र में रखें और उन्हें अच्छी तरह से मिलाएँ। लाल मनका प्रभावी विशेषक के युग्मविकल्पियों के लिए रखें यानी लाल रंग के पुष्प के लिए और सफेद मनका अप्रभावी विशेषक के युग्मविकल्पियों के लिए यानी कि सफेद पुष्प के लिए। इसका तात्पर्य यह है कि दो सफेद मनकों के मेल से सफेद रंग के फूल खिलेंगे लेकिन एक या दो लाल रंग के मनकों के मेल से लाल रंग के पुष्प खिलेंगे अर्थात् फूल का लाल रंग फूल के सफेद रंग के ऊपर प्रभावी है। कोई भी विशेषक जो प्रकट (उत्पन्न/दृश्य) होता है वह लक्षण प्ररूप कहलाता है। लाल या सफेद पुष्प रंग, फूल के रंग के लिए लक्षणप्ररूप है। इसका दूसरा उदाहरण लम्बे और बौने पौधे, गोल और झुर्रीदार बीज, आदि हैं। जीन प्ररूप युग्मविकल्पियों का एक सैट (सम्मुचय) है जो कि एक विशिष्ट अभिलक्षण या विशेषक के प्रकटीकरण को निर्धारित करता है। उदाहरण के लिए, दो लाल रंग के मनकों से भी दो लाल रंग के पुष्प बनते हैं। पुनः एक सफेद रंग का मनका और एक लाल रंग का मनका से भी लाल रंग का पुष्प ही बनेगा। ब्लैकबोर्ड पर एक कुंजी बनाएँ जो तीन रंग के मेल को दर्शाती है और इसे ढक कर रखें। इस कुंजी के लिए प्रभावी व अप्रभावी शब्द का प्रयोग नहीं करें।

क्रियाकलाप प्रगमन

1. एक पात्र में अनेक लाल एवं सफेद मनके रखें तथा कक्षा के प्रत्येक विद्यार्थी के पास जायें और प्रत्येक विद्यार्थी को पात्र में से यादृच्छिक रूप से दो मनकों को चुनने दें। इस बात को सुनिश्चित करें कि मनकों का चयन करते समय शिक्षार्थी उनके रंग नहीं देख सकें।
2. विद्यार्थियों को मनकों का रंग लिख लेने को कहें। उनसे कहें कि यदि उनके पास उसी रंग युगल के मेल हैं तो यह समययुग्मजी कहलाता है और यदि भिन्न रंग मेल हैं तो यह विषम युग्मजी कहलाता है। प्रत्येक मनका माता-पिता (जनक) की आनुवंशिक सूचना का द्योतक है। अपने विद्यार्थियों से पूछें कि उनके पास समययुग्मजी या विषमयुग्मजी मेल हैं।
3. प्रत्येक विद्यार्थी को मनकों वाले माचीस के दो-दो डिब्बे (बॉक्स) हाथ में पकड़ने के लिए दिए जाएंगे। एक डिब्बे के ऊपर लाल रंग का कागज़ लिपटा होगा और दूसरे डिब्बे के ऊपर सफेद रंग का कागज़ लिपटा होगा। लाल माचीस का डिब्बा मादा का द्योतक है और सफेद डिब्बा नर का। मनके समययुग्मजी या विषमयुग्मजी संयोजन के जनक को दर्शाते हैं।
4. अब विद्यार्थी से कहें कि माचीस के दोनों डिब्बों में जो मनके हैं उन्हें आपस में मिला दें और हाथ से उन्हें हिला दें। अब यादृच्छिक रूप से बिना देखे ही किसी दो मनके को उठा लें और मेज पर रखें ताकि नया संयोजन बन जाए।

 प्रत्येक हाथ संतति के एक विशेषक के एक युग्मविकल्पी को दर्शाता है। विद्यार्थियों को यह मालूम नहीं है कि वह कौन सा युग्मविकल्पी (प्रभावी युग्मविकल्पी या अप्रभावी युग्मविकल्पी) बना रहे हैं। इससे यह पता चलता है कि युग्मनज के निर्माण के दौरान विशेषकों (युग्मविकल्पियों) की दोनों कॉपियाँ (प्रतियाँ) एक दूसरे से विलग हो जाती हैं।

5. नव निर्मित मेल संततियों का द्योतक है। विद्यार्थियों से रिकार्ड करने को कहें कि क्या नव निर्मित मेल (संतति) समययुग्मजी जोड़ा है या विषमयुग्मजी जोड़ा। इस प्रकार संतति के जीन प्ररूप का पता चल जाएगा।

नोट- मनके का यह नया संयोजन आनुवंशिक सूचना को बताता है जो संतति में लक्षण का निर्धारण करेगा।

6. अब रंग कुंजी से आवरण हटाकर इसे प्रकट करें और विद्यार्थियों से निम्न प्रश्न पूछें:

- प्रथम मनका संयोजन किस रंग को दर्शाता है?
- उनके हाथ की प्रत्येक माचीस की डिब्बी किस रंग के मनका संयोजन को दर्शाती है?
- मनकों का नया संयोजन (संतति) किस रंग को बताता है?

 अभी तक प्रभावी और अप्रभावी शब्द का प्रयोग नहीं करें।

कक्षा में एक चर्चा के रूप में कुंजी का पुनः उपयोग करें और परिणामों से सभी को अवगत कराएं ताकि निम्न बिन्दुओं के संबंध में विचार किया जा सके:

- क्या पुष्प रंग के निर्धारण में एक रंग के मनके (जो वंशागत आनुवंशिक सूचना के एक खंड (युग्मविकल्पी) का द्योतक है) का असर दूसरे रंग के मनके से अधिक है?
- आनुवंशिक सूचना के संबंध में यह नियम कि एक प्रकार की आनुवंशिक सूचना दूसरे प्रकार की आनुवंशिक सूचना से अधिक प्रबल या असरदार (दूसरे पर प्रभावी) है; यह विचार विद्यार्थियों के मस्तिष्क में भी आना चाहिए क्यों कि वे रंग-मेल की तुलना कुंजी से कर रहे हैं।



- अब आप यहाँ **प्रभावी** और **अप्रभावी** शब्द का प्रयोग कर सकते हैं। विद्यार्थियों को बताएं कि प्रभावी विशेषक को अंग्रेजी के केपिटल अक्षर से लिखे जाने की प्रथा है और अप्रभावी विशेषक को छोटे (स्मॉल) अक्षर से।
- इस स्थिति में एकसंकर और द्विसंकर शब्द के प्रयोग से बचें।
- क्रियाकलाप के दौरान, कक्षा में हुई चर्चा के आधार पर आप विद्यार्थियों का आकलन कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त क्रियाकलाप में उनकी सहभागिता और लगनशीलता के आधार पर भी उनका आकलन कर सकते हैं।

आकलन

- प्रभावी और अप्रभावी विशेषक में क्या अंतर है?
- लम्बा पादप (TT) बौने पादप (tt) पर प्रभावी है। निम्न में से कौन-सी संतति लम्बी होगी
(क) TT (ख) Tt (ग) tt (घ) tT
- मटर के लंबे पौधे (TT) और इसके बौने पौधे (tt) में क्रॉस कराया गया। इसके परिणामस्वरूप उत्पन्न संतति में सभी पौधे लम्बे थे। बताएं कि निम्न में से किस कारणों से ऐसा हुआ?

(क) लम्बापन प्रभावी विशेषक है।

(ख) बौनापन प्रभावी विशेषक है।

(ग) लम्बापन अप्रभावी विशेषक है।

(घ) मटर के पौधों की ऊंचाई जीन (T) या (t) पर निर्भर नहीं करती।

- F1 पीढ़ी में अप्रभावी विशेषक का प्रकटीकरण उदाहरण सहित समझाएं।

निम्नलिखित वंशवृक्ष 'खंडयुक्त ठोड़ी में दरार' जो एक अप्रभावी विशेषक है और समयुग्मजी स्थिति में प्रकट होता है, पर विचार करें। वृक्ष को ध्यान में रखकर निम्न प्रश्नों के उत्तर दें:

CC	cc			दादा-दादी/नाना-नानी
Cc	Cc	Cc	Cc	माता-पिता
CC	Cc	cC	cc	बच्चे

- (क) क्या दादा-दादी (/नाना-नानी) दोनों के ठोड़ी खंडयुक्त हैं? क्यों?
- (ख) क्या माता या पिता में खंडयुक्त ठोड़ी होगी? क्यों ?
- (ग) कितने बच्चों में खंडयुक्त ठोड़ी होगी?
- (घ) यदि खंडयुक्त ठोड़ी प्रभावी विशेषक था तो कितने बच्चों के खंडयुक्त ठोड़ी होगी ?



उत्तर की चर्चा पूर्वजता (पूर्वजों में पाए जाने वाले प्ररूपी विशेषक का पुनः प्रकट होना या पुनरावृत्ति) को ध्यान में रखकर करें।

क्रियाकलाप- 3

एकसंकर क्रॉस द्वारा एकल विशेषक की वंशागति

क्रियाकलाप का उद्देश्य: एकसंकर क्रॉस द्वारा एकल विशेषक की वंशागति की संकल्पना भी व्याख्या करना। इस क्रियाकलाप से यह भी पता चलेगा कि विशेषक की (प्रतिरूप) दोनों कॉपियाँ युग्मक- निर्माण के दौरान एक दूसरे से अलग हो जाती हैं।

अध्यापन पूर्व तैयारियाँ: पादप के किसी एक विशेषक जैसे बीज के रंग, दो विपरीत रंग- हरा और पीला लें। हरे रंग को प्रभावी लक्षण और पीले रंग को अप्रभावी लक्षण के रूप में।

अपेक्षित सामग्री: एक ही आकार और बनावट के 16 पीले और 16 हरे रंग बीजों/मनकों (बीड्स) को एक कटोरे/ किसी पात्र में ले।

क्रियाकलाप :

1. 16 पीले रंग के मनकों और 16 हरे रंग के मनकों को क्रमशः दो अलग-अलग कटोरों में रखें। आप किसी भी रंग को नर या मादा युग्मक मान सकते हैं (मनके युग्मकों का भी प्रतिनिधित्व करेंगे।)
2. F1 पीढ़ी को दर्शाने के लिए मनकों का जोड़ा बनाने के लिए एक हरे रंग का और एक पीले रंग का मनका उठाते जाएं।
3. इस प्रकार 16 जोड़े बनाएं। अब आपने F1 पीढ़ी बना ली जिसमें मनकों के 16 जोड़े (प्रत्येक जोड़ा में एक हरा और एक पीला रंग का है) हैं।
4. अब आपने जो F1 पीढ़ी बनाई है उसके लक्षण प्ररूप को रिकार्ड करें।
5. 16 जोड़ों को दो भागों में बांट दें। प्रत्येक सेट में 8 जोड़े हैं और प्रत्येक जोड़े में एक पीला और एक हरा मनका है। दोनों सेटों को अलग-अलग रखें। ये दो सेट नर और मादा जनकों को दर्शाते हैं।
6. F1 पीढ़ी का सेल्फिंग (स्व परागण दिखाने के लिए प्रत्येक सेट में से यादृच्छिक रूप से बिना देखे एक- एक मनका उठाते जाएं।
7. यादृच्छिक रूप से मनकों का चुनना जारी रखें ताकि फिर से 16 सेट बन जाएं। ये 16 जोड़े F2 पीढ़ी का प्रतिनिधित्व करते हैं।
8. अब प्रत्येक जोड़ा के मनकों के रंग के अनुसार लक्षणप्ररूप लिखें। ध्यान रखें कि हरा रंग पीले रंग पर प्रभावी है (दो हरे मनके= हरे रंग के बीज; एक हरा रंग + एक पीला रंग का मनका= हरे रंग का बीज; दो पीले रंग के मनके= पीला रंग के बीज)
9. अब प्रक्रिया की चरण संख्या 3 से 7 तक को तीन से चार बार दुहराएं और प्रत्येक बार जोड़े के हरे और पीले लक्षणप्ररूप का अनुपात नोट करें।
10. लक्षण प्ररूप पर आधारित हरे और पीले रंग के बीजों/ मनकों के औसत अनुपात की गणना करें।

एक प्रेक्षण के परिणामों और प्रेक्षणों तथा बार-बार दुहराए गए प्रेक्षणों की भी चर्चा करें। विस्तार से बताएँ कि एकसंकर क्रॉसों में विशेषक किस प्रकार वंशागत हुए हैं। विसंयोजन के नियम की संकल्पना को स्पष्ट करने के लिए बताएं कि विशेषक जो F1 पीढ़ी में दृश्य नहीं थे किस प्रकार F2 में पुनः प्रकट हो गए।



छात्रों को समझाएं कि क्रियाकलाप को क्यों दुहराया गया। प्रयुक्त मनकों की संख्या को बढ़ा या घटाकर आप इसी क्रियाकलाप को करने का प्रयास कर सकते हैं। उदाहरण के लिए आप प्रत्येक रंग के 32 मनकों या 64 मनकों का उपयोग कर सकते हैं। पता करें कि प्राप्त अनुपात में क्या कोई अंतर है?

मूल्यांकन- निर्धारण

1. कौन – सा विशेषक ज्यादा बार प्रकट हुआ और क्यों?
2. एकसंकर अनुपात क्या है?
3. हमने प्रयोग को क्यों दुहराया?
4. एकसंकर क्रॉस में कितने विशेषकों को लिया गया?
5. प्रत्येक विशेषक के लिए कम से कम कितने युग्मविकल्पी लिए गए?
6. विसंयोजन के नियम से आप क्यों समझते हैं? इसे अपने शब्दों में लिखें।

क्रियाकलाप- 4

द्विसंकर क्रॉस द्वारा दो विशेषकों की वंशागति

क्रियाकलाप का उद्देश्य: द्विसंकर क्रॉस द्वारा दो विशेषकों की वंशागति की संकल्पना को समझाना

अपेक्षित सामग्री: समान आकार प्रकार और बनावट के 16 पीला, 16 हरा, 16 बैंगनी और 16 श्वेत रंग के मनके, कटोरियाँ / पात्र

क्रियाकलाप:

1. पीले, लाल, हरे और श्वेत में से प्रत्येक रंग के 16-16 मनके लें। पीले और लाल मनके प्रभावी बीज रंग और पुष्प-रंग को दर्शाते हैं तथा हरे और श्वेत रंग क्रमशः अप्रभावी बीज रंग और पुष्प रंग को दर्शाते हैं।
2. पीले और लाल मनके जो नर जनक का प्रतिनिधित्व करेंगे एक पात्र में अलग रखें। हरे और श्वेत रंग के मनके जो मादा का प्रतिनिधित्व करेंगे, दूसरे पात्र रखें।
3. प्रत्येक जनक के विभिन्न विशेषक का दर्शाने वाले मनकों को अलग पात्र में रखें। प्रभावी बीज रंग (पीले मनके) के लिए, पात्र को 'A' लेबल करें, प्रभावी पुष्प रंग (लाल मनके) के लिए, पात्र को 'B' लेबल करें; अप्रभावी बीज रंग (हरे मनके) के लिए पात्र को 'a' लेबल करें अप्रभावी पुष्प रंग (श्वेत मनके) के लिए पात्र को 'b' लेबल करें।
4. युग्मक उत्पादन करने के लिए पात्र 'A' और पात्र 'B' में से प्रत्येक से एक-एक मनका लें। इस मनकों के प्रक्रम को तब तक जारी रखें जब तक कि 16 जोड़े न बन जाएं। ये नर द्वारा उत्पन्न युग्मकों का प्रतिनिधित्व करते हैं। ठीक इसी प्रकार पात्र 'a' एक पात्र 'b' में से प्रत्येक से एक- एक मनका तब तक लेते रहें जब तक कि मनकों के 16 जोड़े न बन जाएं। ये मादा द्वारा उत्पन्न युग्मकों का प्रतिनिधित्व करते हैं।
5. अब F1 पीढ़ी उत्पन्न करने के लिए नर युग्मकों का एक जोड़ा (मनकों का एक जोड़ा) और मादा युग्मकों का एक जोड़ा (मनकों का एक जोड़ा) लेकर गुच्छक (कलस्टर) बनाएं। इस प्रकार 16 गुच्छ बन जायेंगे जो 16 संतति का प्रतिनिधित्व करते हैं। (आप देखेंगे कि प्रत्येक गुच्छ में मनकों के सभी चार रंग हैं)
6. F1 संतति के लक्षण प्ररूप को नोट करें।
7. गुच्छों को दो समूहों में अलग – अलग करें जो नर और मादा जनक का प्रतिनिधित्व करते हैं (यह F1 पीढ़ी के स्व परागण को दर्शायेगा)

8. नर और मादा दोनों जनक के लिए मनकों को अलग-अलग करें जो प्रत्येक विशेषक का प्रतिनिधित्व करता है यानी कि नर का प्रतिनिधित्व करने वाले समूह में बीज रंग और पुष्प रंग के लिए मनकों को अलग-अलग करें। बीज रंग के लिए पीले और हरे रंग के मनकों को पात्र 'P' में, पुष्प रंग के लिए लाल और श्वेत रंग के मनकों को पात्र 'Q' में। इसी प्रकार मादा का प्रतिनिधित्व करने वाले समूह में बीज रंग और पुष्प रंग के लिए मनकों को अलग-अलग रखें। बीज रंग के लिए पीले और हरे मनकों को पात्र 'R' में पुष्प रंग के लिए लाल और श्वेत रंग के मनकों को पात्र 'S' में (ऐसा यह सुनिश्चित करने के लिए किया जाता है कि दोनों विशेषकों का संतति में प्रतिनिधित्व हो लेकिन प्रकृति में ऐसा नहीं होता)।
9. नर युग्मकों को बनाने के लिए प्रत्येक पात्र P और Q में से एक-एक मनका लें। इसी प्रकार मादा युग्मकों को बनाने के लिए R और S पात्रों में से प्रत्येक से एक-एक मनका लें। युग्मकों को बनाते रहें जब तक कि सभी मनकों का प्रयोग न हो जाए।
10. F2 पीढ़ी बनाने के लिए एक नर युग्मक और एक मादा युग्मक लें। आपके पास चार-मनका गुच्छ से 16 संततियां बन जायेंगी।
11. लक्षण प्ररूप का रिकार्ड करें जिसका प्रतिनिधित्व चार मनकों के 16 गुच्छों द्वारा किया जाता है।
12. संपूर्ण प्रक्रम को छह बार दुहराएं।
13. अपने प्रेक्षणों को तालिकाबद्ध करें और प्राप्त अनुपातों की गणना करें।
14. आप देखेंगे कि F2 पीढ़ी में चार लक्षणप्ररूप 9:3:3:1 के अनुपात में होते हैं जहाँ 9 पीले बीजों वाले पादपो और बैंगनी पुष्पों का प्रतिनिधित्व करते हैं। 3 हरे बीजों और बैंगनी पुष्प और अन्य 3 पीले बीजों और श्वेत पुष्पों तथा 1 हरे बीज और श्वेत पुष्पों वाले पादप का प्रतिनिधित्व करते हैं।

परिणामों और प्रेक्षणों की चर्चा करें तथा विस्तृत रूप से बताएं कि द्विसंकर क्रॉसों, जहाँ दो विशेषकों की वंशागति पर विचार किया जाता है, किस प्रकार विशेषक वंशागत होते हैं। बताएं कि मनकों के स्थान पर पनेट वर्ग का प्रयोग पर किस प्रकार 9:3:3:1 अनुपात पाया गया है। बताएं कि युग्मकों के निर्माण में भिन्न-भिन्न प्रकार के विशेषकों के लिए जीन एक दूसरे से स्वतंत्र रूप से अपव्यूहन (assort) करते हैं। यानी कि, क्रियाकलाप में हमने देखा है कि एक विशेषक के लिए एक जीन की उपस्थिति यह निर्धारित नहीं करती कि अन्य विशेषक के लिए कौन-सा जीन युग्मक निर्माण में योगदान देगा जैसा कि हमने क्रियाकलाप के 9 वें चरण में देखा है।

 छात्रों को बताएँ कि क्रियाकलाप बार-बार क्यों दुहराया गया। आप प्रयुक्त मनकों की संख्या घटा या बढ़ाकर उसी क्रियाकलाप को फिर से भी कर सकते हैं। उदाहरण के लिए आप प्रत्येक रंग के 32 मनकों या प्रत्येक रंग के 64 मनकों का उपयोग कर प्रयास कर सकते हैं। बताएं कि मनकों के बदले पनेट वर्ग का प्रयोग करके किस प्रकार 9:3:3:1 अनुपात प्राप्त किया जाता है।

आकलन:

- क्या F2 पीढ़ी की संततियों में से कोई अपने जनकों से भिन्न होती है?
- किए गए इस क्रियाकलाप को हम द्विसंकर क्रॉस क्यों कहते हैं?
- F2 पीढ़ी को बनाने के लिए हमने जनकों को यादृच्छिक रूप से क्यों चुना?
- यदि गोल, हरे बीज युक्त मटर के पौधे (RRyy) को वलित (शिफनदार), पीले बीज युक्त मटर के पौधे (rrYY) के साथ क्रॉस किया जाए तो F1 पीढ़ी में उत्पादित बीज इनमें से किस प्रकार के होगा:

(क) गोल और पीला	(ग) वलित (शिफनदार) और हरा
(ख) गोल और हरा	(घ) वलित (शिफनदार) और पीला
- मटर के दो पौधे, एक गोल, हरा बीजों वाला (RRyy) और दूसरा वलित, पीला बीजों वाला (rrYY) F1 पीढ़ी उत्पन्न करते हैं जिसमें गोल और पीले (RrYy) बीज हैं। जब F1 पादपों का स्वपरागण कराया जाता है तो F2 पीढ़ी में लक्षणों के नए योग होंगे। निम्न लक्षणों में से नए लक्षण योग को चुने:

(i) गोल, पीला	(ii) गोल, हरा	(iii) वलित, पीला	(iv) वलित, हरा
(क) (i) और (ii)	(ख) (i) और (iv)	(ग) (ii) और (iii)	(घ) (i) और (iii)
- निम्न क्रॉस का अध्ययन करें और F1 में स्व-परागण दर्शाते हुए रिक्त स्थान की पूर्ति करें और बाद में बनने वाले प्रश्नों का उत्तर दें

जनक	RRYY	×	rryy
	गोल, पीला		वलित, हरा
F1	RrYy	×	?
	गोल, पीला		

डीएनए (DNA)- आनुवंशिक द्रव्य

क्रियाकलाप का उद्देश्य: यह बताना कि DNA आनुवंशिक द्रव्य है।

क्रियाकलाप:

पूर्व संकल्पना से छात्रों को यह स्पष्ट है कि संतति में अभिव्यक्त लक्षणों में माता- पिता दोनों के अभिलक्षणों का योगदान रहता है। लेकिन ये अभिलक्षण किस प्रकार माता या पिता से संतति में जाते हैं? ये लक्षण डीएनए (DNA) द्वारा वंशागत होते हैं। डी एन ए लंबी संरचनाओं के रूप में संगठित होता है। जिन्हें गुणसूत्र कहा जाता है जो कोशिका के केंद्रक में मौजूद रहता है। डीएनए अणुओं में आनुवंशिक सूचनाएँ या लक्षणों की वंशागति का ब्लू- प्रिंट होता है जो माता- पिता द्वारा अगली पीढ़ी में जाते हैं। डी एन ए के छोटे- छोटे खंडों में विभिन्न प्रोटीन के निर्माण के लिए कोड (कूट) होते हैं। ये खंड जीन कहलाते हैं। यहाँ से आप आगे की संकल्पना कर सकते हैं कि गुणसूत्रों पर मौजूद जीन किस प्रकार जनन कोशिकाओं (युग्मक) द्वारा संचरित होते हैं।

आप मानव की जनन कोशिकाओं का उदाहरण देकर कायिक कोशिकाओं और जनन कोशिकाओं में मौजूद गुणसूत्रों की संख्या बता सकते हैं। कायिक कोशिकाओं में 46 गुणसूत्र (23 जोड़े) होते हैं जबकि प्रत्येक जनन कोशिका (युग्मक) में गुणसूत्रों की संख्या आधी यानी 23 होती है। छात्रों को ज्ञात है कि जनन कोशिकाओं या शुक्राणु (नर युग्मक) और अंड (मादा युग्मक) का आपस में संलयन होकर युग्मनज बनता है जो अंततोगत्वा व्यष्टि के रूप में विकसित होता है।

गुणसूत्रों की संख्या को पुनः स्थापित (वापस) करने की इस क्रियाविधि के महत्व की चर्चा करें।

क्रियाकलाप- 5

मानव में लिंग निर्धारण

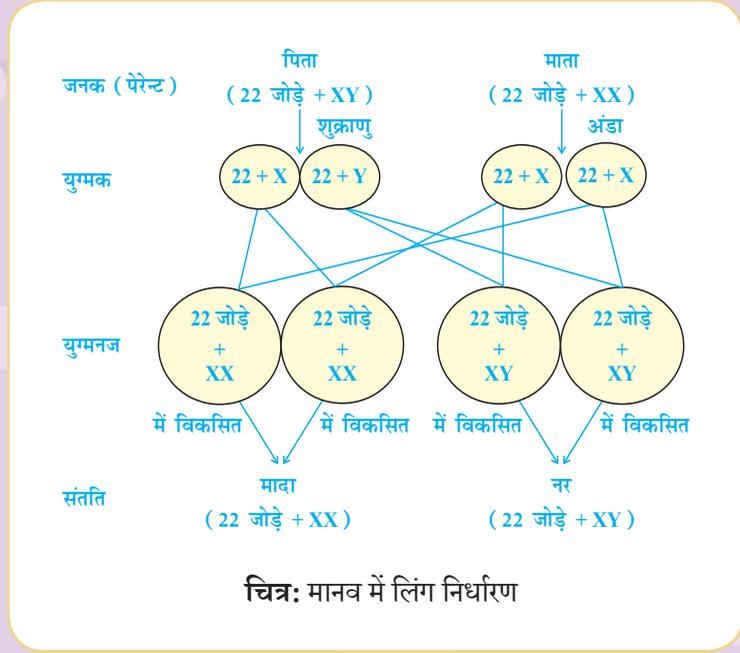
क्रियाकलाप का उद्देश्य: मनुष्य में लिंग निर्धारण की संकल्पना को समझाना

अपेक्षित सामग्री: 16 पीला, 16 हरा, 16 बैंगनी और 16 श्वेत रंग के मनके जिन का आकार-प्रकार और बनावट एक ही प्रकार के हैं कटोरियाँ / किसी प्रकार के पात्र

क्रियाकलाप:

नीचे दिए उदाहरण सहित समझाएँ कि मनुष्य में लिंग निर्धारण किस प्रकार होता है। महत्वापूर्ण है कि बालक का लिंग उसके द्वारा अपने पिता से प्राप्त लिंग गुणसूत्रों के प्रकार द्वारा निर्धारित होता है।

यदि जनन कोशिकाओं (शुक्राणु या अंडाणु) में गुणसूत्रों की संख्या अन्य कायिक कोशिकाओं, जिसमें 46 गुणसूत्र होते हैं, के सामान होती तो प्रत्येक बार उनके जुड़ने पर संतति में गुणसूत्रों की संख्या दुगुनी हो जाएगी। लेकिन ऐसा नहीं होना चाहिए। इसलिए एक ऐसा प्रक्रम होना चाहिए जिससे कि जनन कोशिकाओं में गुणसूत्रों की यह संख्या आधी हो जाए। संबद्ध उदाहरण से पता चलता है कि यह किस प्रकार होता है।



आकलन

1. उपर्युक्त उदाहरण के आधार पर बताइए कि युग्मज में कितने गुणसूत्र होंगे ?
2. जीन मूलतः किस पदार्थ से बना होता है ?
3. जनन कोशिकाओं और कायिक कोशिकाओं में अंतर बताएं।
4. “ युग्मक सिर्फ जीनों से बने होते हैं, क्या आप इस कथन से सहमत हैं ? सार्थकता सिद्ध करें।
5. क्या “ X- गुणसूत्र केवल अंडाणु (मादा युग्मक) में विद्यमान होता है ?
6. कौन- कौन से युग्मक हैं जो आपस में मिलकर मादा शिशु का निर्माण करते हैं?

☞ समाज में व्याप्त कन्या भ्रूणहत्या की संभावित बुराईयों की चर्चा कक्षा में करें। और छात्रों को जागरूक करें कि वह इस मिथ्यधारणा कि ‘बालक- बालिका के लिंग निर्धारण के लिए सिर्फ माता ही उत्तरदायी है’ को दूर कर सकें।

क्रियाकलाप- 6

प्राकृतिक वरण

क्रियाकलाप का उद्देश्य: प्राकृतिक वरण की संकल्पना को समझाना।

छात्रों को यह समझाने के लिए कि प्राकृतिक वरण द्वारा स्पीशीज का विकास किस प्रकार होता है, निम्न क्रियाकलाप करें

अपेक्षित सामग्री: छह विभिन्न रंगों के मोटे कागज ?

1. कागजों को निश्चित आकृति (वर्गाकार, वृत्ताकार, षट्कोणीय आदि) में छोटे- छोटे खंडों में काटें जो शिकार- जीवों के विभिन्न स्पीशीजों को दर्शाएं।
2. विभिन्न रंगों के खंडों को अलग-अलग पात्रों में रखें।
3. कक्षा के छात्रों को चार-चार छात्रों के दल में बांटे। चार में से एक **आखेट-निरीक्षक** का कार्य करेगा और तीन परभक्षियों का कार्य करेंगे।
4. उपर्युक्त रंगों में से किसी एक रंग का, बड़े आकार का कागज लें और इसे मेज पर फैला दें।
5. परभक्षियों के एक दल को चुनें, परभक्षियों से कहें कि वे अपनी पीठ को मेज की तरफ करें। निरीक्षक को प्रत्येक रंग के कागज के टुकड़ों को समान संख्या में उठाने को कहें (यह संख्या 10 से कम न हो) और उनको यादृच्छिक रूप से कागज के शीट पर फैलाने को कहें। सुनिश्चित करें कि ये टुकड़े एक दूसरे के ऊपर फैले हुए न हों। यह शिकार की प्रथम जीवसंख्या होगी।
6. अब निरीक्षक परभक्षियों से घूमने के लिए कहेगा और 20 सेकेंड तक आखेट जारी रखेगा। निरीक्षक को आखेट के आरंभ करने और बंद करने के लिए सिगनल जरूर देना होगा।
7. परभक्षियों में से प्रत्येक परभक्षी अपने आखेट की गणना करेगा और विभिन्न रंगों का अलग- अलग समूह बनाएगा।
8. निरीक्षक प्रत्येक शिकारी- स्पीशीजों के उत्तर जीवियों की संख्या रिकार्ड रखेगा।
9. निरीक्षक कागज की शीट पर बचे प्रत्येक शिकारी जीव के प्रति व्यष्टि के लिए उसी रंग के तीन शिकारी जीव जोड़ेगा। जोड़ का यह प्रक्रम आखेट के दूसरे दौर के पूर्व उत्तरजीवी संख्या में जनन को दर्शाता है। यह शिकार के दूसरे आरंभी जीव संख्या बनाएगा।
10. क्रम संख्या 6 से 9 तक के प्रक्रम को दुहराएँ।
11. अब निरीक्षक से कहें कि वह कागज की शीट पर बचे शिकारी जीव की संख्या और रंग के आधार पर परभक्षण के तीसरे दौर के पश्चात् उत्तरजीवितों की गणना करे। यह शिकार-जीव संख्या का दूसरा आरंभक होगा।
12. पीढ़ियों तक चार आरंभक जीवसंख्या की प्रस्तुति बार ग्राफ के रूप में करें।

आकलन

पूर्व क्रियाकलाप के आधार पर कक्षा में निम्न बातों की चर्चा करें:

1. कागज वर्गों के रंगों में से किस, यदि कोई हो, आरंभी जीव संख्या के दूसरी, तीसरी और चौथी पीढ़ी के अन्य वर्गों से अधिक अच्छी उत्तरजीविता दर है?

इसका उत्तर छात्र द्वारा प्रयुक्त कागज के शीट के रंग पर निर्भर करता है। नोट करें कि दूसरी और तीसरी पीढ़ी के लिए आरंभिक जीव संख्या में अधिक टुकड़े होने चाहिए जो रंग में उनको नीचे फैलाए गए कागज के शीट के सदस्य होते हैं और थोड़े से टुकड़े अन्य रंग के जो अलग से दिखलाई पड़ते हैं। पहली और तीसरी पीढ़ी का जो अंतर है वह पहली और दूसरी पीढ़ी के अंतर से अधिक होना चाहिए।

2. चाहे इसका कारण जो भी हो परभक्षी इन रंगों का चयन नहीं करते जैसा कि वे प्रायः अन्य रंगों का

करते हैं।

उत्तर- कुछ रंग अन्य रंगों की अपेक्षा अधिक छद्मावरित (छिपे) होते हैं। वे पर्यावरण के अनुरूप होते हैं।

3. किसी खास रंग को ग्रहण करने वाले खंडों का अगली पीढ़ी में उस रंग के कई खंडों पर क्या प्रभाव पड़ता है?

उत्तर: जब किसी व्यष्टि को किसी जीव संख्या से अलग कर दिया जाता है और वह मर जाता है। इस मामले में, परभक्षण द्वारा, उस जीव संख्या की जननदर कम हो जाती है। छात्रों को महसूस करना चाहिए कि काफी अधिक परभक्षण के कारण जीवसंख्या के आकार में कमी आ जाती है।

छात्रों से यह भी पूछें कि छद्मावरण के अतिरिक्त वह कौन-सा भौतिक या व्यवहार जन्य अभिलक्षण है जो प्राकृतिक वरण के आधार हो सकते हैं। इससे छात्र छद्मावरण के उदाहरण से हटकर अन्य कारकों का भी अनुमान लगा पायेंगे जो जनन- सफलता में योगदान देते हैं, उदाहरण के लिए बेहतर रात्रि दृष्टि, शीघ्रता से

 उपर्युक्त प्रश्नों को पूछने के अतिरिक्त आप निम्न के आधार पर भी छात्रों का आकलन कर सकते हैं
भागीदारी, दल भावना, प्रतिनिधित्व, आँकड़ों का (डाटा) संकलन तथा विश्लेषण।

क्रियाकलाप- 7

आनुवंशिक विचलन

क्रियाकलाप का उद्देश्य: आनुवंशिक विचलन की संकल्पना को स्पष्ट करना या समझाना

अपेक्षित सामग्री: कागज/ प्लास्टिक के कप, पीले और हरे रंग या युग्मविकल्पियों का प्रतिनिधित्व करने वाले कोई दो रंग।

क्रियाकलाप

1. पांच कप लें और प्रत्येक कप में पीले रंग के मनके रखें। कपों को मेज पर रखें।
2. दूसरे पांच कप लें और प्रत्येक कप में हरे रंग के मनके रखें। इन कपों को भी उसी मेज पर रखें, जहां पहले, रखे गए हैं।
3. दस खाली कप रखे लें और उनको अलग मेज पर रखें।
4. दस कपों में किसी एक कप से यादृच्छिक रूप से मनका उठाएँ और उसे किसी एक खाली कप में रख दें। खाली कप के स्थान पर उसी रंग के मनके को रख दें, जिससे कि जैसे-जैसे क्रियाकलाप आगे बढ़ता है इसे फिर से उठाया जा सके।
5. इस क्रम को जारी रखें जिससे कि सभी खाली कपों में भी मनके हो जाएं।
6. नोट करें कि कितने कपों में पीले रंग के मनके हैं और कितने में हरे रंग के मनके हैं।
7. पहले वाले दस कपों से मनकों को निकाल दें।
8. दस खाली कप लें और क्रियाकलाप को दुहरायें जैसा कि क्रम संख्या 4 में किया गया है।
9. इस क्रम को जारी रखें ताकि सभी खाली कपों में मनके हों।
10. नोट करें कि कितने कपों में हरे रंग के मनके और कितने कप में पीले रंग के मनके हैं।
11. यह पीढ़ी संख्या 1 होगी और अब दस खाली कपों को दूसरे टेबल पर व्यवस्थित करें।
12. पीढ़ी संख्या 1 से यादृच्छिक रूप से मनकों को चुने और इसे खाली कपों में से किसी एक कप में रखें। फिर खाली कप को उसी रंग के मनके से बदल दें।
13. इस क्रियाकलाप को जारी रखें जब तक कि सभी कपों में एक ही रंग के मनके न हो जाएँ।

 छात्रों से वही क्रियाकलाप दुहराने को कहें (यानी कि कर्णों की संख्या बढ़ाकर और प्रत्येक में मनको की संख्या 10 तक बढ़ाकर क्रियाकलाप आरंभ करें) और पता करें कि वे अपने प्रेक्षणों में कोई अंतर पाते हैं।

गति करने की क्षमता, कम जल में भी जीवित रहने की क्षमता, इत्यादि।

आकलन:

1. आप क्या सोचते हैं, यदि किसी समष्टि में जीवों की संख्या ज्यादा हो, तो आपके विचारानुसार जीन आवृत्ति पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
2. उपर्युक्त क्रियाकलाप में यादृच्छिक प्रतिचयन किया गया था। यह इतना महत्वपूर्ण क्यों है?
3. “युग्मविकल्पी के कॉपियों की संख्या जितनी अल्प, जीनी विचलन का प्रभाव उतना ही बड़ा” इस कथन की व्याख्या करें।

क्रियाकलाप- 8

जाति उद्भवन

क्रियाकलाप का उद्देश्य-

1. जाति उद्भवन की संकल्पना जिसमें दो या अधिक अलग-अलग स्पीशीज उत्पन्न होती है की व्याख्या करना।
2. वंशागत और उपार्जित लक्षणों के बीच अंतर समझना।
3. जाति उद्भवन वंश परम्परा (वंशवृक्ष) विदारक घटना है जिससे दो या अधिक स्पीशीज उत्पन्न होती हैं।

क्रियाकलाप

यहाँ एक दृश्यविधान है जो यह उदाहरण प्रस्तुत करता है कि किस प्रकार जाति उद्भवन हो सकता है। जाति उद्भवन की संकल्पना को कक्षा में निम्न काल्पनिक दृश्यविधान/सादृश्य (अनुरूपता) का प्रयोग कर आसान और स्पष्ट किया जा सकता है। इस क्रियाकलाप के लिए कहानी सुनाने की पद्धति का प्रयोग किया जा सकता है।

दृश्य:

मृतपशु पर पलने वाली घरेलू मक्खियों की आबादी (जीवसंख्या) जो समुद्र तट से कुछ दूरी पर स्थित हैं। घरेलू मक्खियाँ अपघटित हो रहे पशु पर अंडा देते पाई गईं। उनके कुछ अंडे, डिंभक अवस्था, में पहुंच चुके थे। घरेलू मक्खी के इन डिंभकों को अपादक (मैगट) कहा जाता है।

आपदा का प्रहार होता है:

चक्रवात उस पशु को बहा ले जाता है और उसके साथ-साथ उस पर पलने वाले मैगट भी बह कर चले जाते हैं। मृत पशु अंततोगत्वा मुख्यभूमि से दूर एक द्वीप पर पहुंच जाता है। मृत पशु को खाने वाले मैगट परिपक्व होते हैं और पशु के अपघटित मांस से बाहर निकलते हैं। घरेलू मक्खियाँ जो इन मैगटों से निकलती हैं वे मुख्यभूमि पर जो घरेलू मक्खियों की आबादी है उनसे इतनी दूर पहुंच गई हैं कि उनमें परस्पर जीन प्रवाह नहीं हो सकता। इस स्थिति में जाति उद्भवन नहीं हुआ है- मुख्यभूमि पर किसी भी साधन से पहुंच सकने वाली घरेलू मक्खियाँ अभी भी मुख्य भूमि की मक्खियों के साथ संगम कर सकती हैं और स्वस्थ संतति पैदा कर सकती हैं।



जीवसंख्या (आबादी) अपसारित होती है

द्वीप की पारिस्थितिक स्थितियाँ मुख्यभूमि की स्थितियों से थोड़ी भिन्न हैं। इसलिए द्वीपों पर घरेलू मक्खियों की जो आबादी है, वह भिन्न स्थितियों में विकसित होती हैं। उन्हें संगम करने वाले सखा या सखी का चयन करने में अलग अनुभव और दबाव झेलना पड़ता है। उन्हें मुख्यभूमि से भिन्न विविध पारिस्थितिक कारकों और अन्य यादृच्छिक घटनाओं को झेलना पड़ता है। इसके परिणामस्वरूप द्वीप की घरेलू मक्खियों की आबादी में कई पीढ़ियों के उपरांत आकारिकीय लक्षणों आहार की प्राथमिकताओं और संगम संबंधी व्यवहार में परिवर्तन आ जाते हैं।

पुनर्मिलन:

दूसरा चक्रवात आता है जो द्वीप की घरेलू मक्खियों को मुख्य भूमि की मक्खियों के साथ पुनः मिला देता है। द्वीप की यह मक्खियाँ मुख्यभूमि की मक्खियों के साथ आसानी से संगम नहीं करेगीं क्योंकि उनका विकास अलग ढंग के संगमी व्यवहार के साथ हुआ है। यहाँ तक कि द्वीप की मक्खियाँ जो मुख्यभूमि की मक्खियों के साथ संगम करने में भी सक्षम है वे भी जीवनक्षम (जीवित रहने में सक्षम) अंडों को उत्पन्न नहीं कर सकतीं क्योंकि उन दोनों प्रकार की मक्खियों की आबादी में आनुवंशिक अंतर उत्पन्न हो गए हैं। वंश परंपरा टूट गई है क्योंकि दोनों प्रकार की घरेलू मक्खियों के बीच जीन प्रवाह नहीं हो सकता, अतः हम कह सकते हैं कि घरेलू मक्खियों की आबादी में जाति उद्भवन हो गया है।

उपर्युक्त वर्णित स्थिति जाति उद्भवन का एक सरलीकृत मॉडल है जो भौगोलिक पृथकन द्वारा हुआ है। यह अवश्य याद रखना चाहिए कि वास्तविक जीवन के मामलों में सही अनुक्रम घटित नहीं होना चाहिए।

आकलन

1. नई स्पीशीजों के निर्माण के लिए प्रारंभिक (मूल) ट्रिगर (प्रवर्तक) क्या हैं ?
2. किसी समष्टि के व्यष्टियों को दो बहुत ही भिन्न पारिस्थितिक स्थितियों में प्रविष्ट कराया गया है। क्या वे कई पीढ़ियों के बाद जीवनक्षम व्यष्टियों को उत्पन्न करने में समर्थ होगी?

क्रियाकलाप- 9

समजातअंग

क्रियाकलाप का उद्देश्य:

छात्रों को इस संकल्पना को समझाने के लिए की जीवों के मूलभूत अभिलक्षण उनके विकासीय संबंधों, जो समजात अंगों पर आधारित होते हैं, दर्शाते हैं।

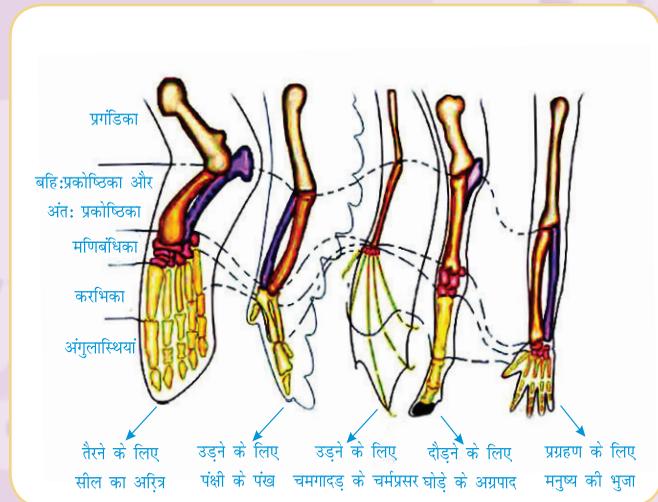
समजात अंग वे हैं जिनकी पूर्वजता सम्मिलित या एक ही होती है या उत्पत्ति एक से ही होती है। फिर भी, इन अंगों के प्रकार्य भिन्न-भिन्न हो सकते हैं और इनकी संरचना भी भिन्न होती है। (भिन्न प्रकार्य करने के लिए अनुकूलन के कारण)

निम्न के आधार पर समजात अंगों की संकल्पना की चर्चा सम्मिलित पूर्वजता और विकास के महत्व को भी समझते हुए करें।

क्रियाकलाप

छात्रों से नीचे चार्ट में दिए गए अलग- अलग प्राणियों के

अग्रपाद का प्रेक्षण करने को कहें और उन्होंने जो देखा उसके आधार पर अग्रपाद की संरचना और प्रकार्य में एक समानता और असमानता लिखें।



प्रगंडिका (ह्यूमरस बाहः और अंतः प्रकोष्ठिका (रेडियस और अल्ना) मणिबंधिका (कार्पलस)	उड़ने के लिए पंखी के पंख (विंग)	उड़ने के लिए चमगादड़के चर्म-प्रसर (पैटेजियम)	दौड़ने के लिए घोड़े के अग्रपाद	प्रग्रहण (पकड़ने) के लिए मनुष्य की भुजा
करभिका (मेटा कार्लस) अंगुलास्थियाँ (फैलेन्जेल्ज) तैरने के लिए सील का अरित्र (फ्लिपर)				

क्रियाकलाप- 10

समवृत्ति अंग

क्रियाकलाप का उद्देश्य:

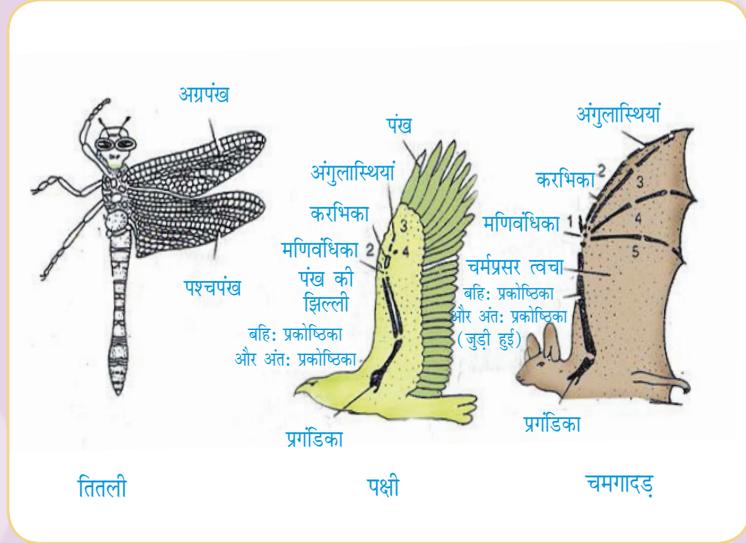
छात्रों को यह संकल्पना समझाने के लिए – पक्षी के मूलभूत अभिलक्षण जो समवृत्ति अंगों पर आधारित होते हैं उनके विकासीय संबंधों को दर्शाते हैं।

समवृत्ति अंगों की संरचना लगभग सदृश्य (समान) होती है और वे समान कार्य ही करते हैं लेकिन वे समान मौलिक पैटर्न पर नहीं बने होते और उनकी उत्पत्ति भिन्न होती है।

क्रियाकलाप

तितली, पक्षी और चमगादड़ के पंखों के चित्र दिखाएं। विद्यार्थियों से पूछें कि क्या वे इन सभी पंखों की मूल संरचना और प्रकार्य में कोई समानता या भिन्नता पाते हैं? चर्चा के आधार पर उन्हें विकास में समवृत्ति अंगों की संकल्पना

और उनके महत्व को समझने दें। छात्रों को इस बात में संबंध स्थापित करने में कठिनाई होती है कि किसी जीव का पर्यावरण के प्रति अनुकूलन से लम्बे समय के दौरान स्पीशीज के लक्षण प्ररूप में परिवर्तन हो जाता है। यह परिवर्तन वरण या जीव बदलते वातावरण (पर्यनुकूलन) के प्रति अपने को अनुकूलित कर सकता है, के कारण हो सकता है। ये अनुकूलन वंशागत होते हैं।



अग्र पंख पश्च पंख	पिच्छा अंगुलास्थियाँ करभिका मणिबंधिका	अंगुलास्थियाँ करभिका
तितली	पंख की झिल्ली अंतः प्रकोष्ठिका और बहिःप्रकोष्ठिका प्रगंडिका	मणिबंधिका चर्मप्रसर त्वचा अंतः प्रकोष्ठिका और बहिःप्रकोष्ठिका (जुड़ी हुई) प्रगंडिका
	पक्षी	चमगादड़

व्याख्या

जीव का पर्यावरण के प्रति अनुकूलन पर्यानुकूलन (परिस्थिति अनुकूलन) का एक उदाहरण है। यह निकटतम पर्यावरण के साथ अनुकूलन है जो वंशागत नहीं होते हैं। लेकिन जब इस प्रकार के परिवर्तन कई पीढ़ियों तक बार-बार होते हैं इसके कारण जीव विशेष प्रकार के उपार्जित लक्षणप्ररूप का वरण कर लेता है तो यह वरण अगली पीढ़ियों में संचरित हो जायेगा।

आकलन

- छात्रों से निम्नप्रश्नों को पूछकर पता करें कि क्या वे समजात और समवृत्ति अंगों की संकल्पना समझ पाए हैं?
(क) दो जलीय प्राणियों का प्रेक्षण करें। उनके शरीर की आकृति और संरचना में वे क्या समानताएँ परिलक्षित होती हैं?
(ख) क्या शार्क के पंख और डॉल्फिन के अरित्र (फ्लिपर) समजात अंग है या समवृत्ति अंग है? कारण बताएं।



(शार्क)



(डॉल्फिन)

- (ग) आप चमगादड़ के चर्मप्रसर और मेढक के अग्रपाद के बारे में क्या सोचते हैं? क्या वे समजातता या समवृत्तता बताते हैं? व्याख्या करें।
- आप अभिसारी (कन्वर्जेंट) और अपसारी (डाइवर्जेंट) विकास से क्या समझते हैं? उचित उदाहरण देकर समझाएँ।
- सहोदर भाईयों और बहनों के रूप रंग (आकृति) में असमानताओं की चर्चा संक्षेप में करें।
- युग्मकों (शुक्राणु और अंडाणु) में गुणसूत्रों की संख्या सिर्फ आधी होती है। उस कोशिका विभाजन का नाम बताएँ जिनके द्वारा वे उत्पन्न होती हैं।
- निम्न शब्द – युग्मों में अंतर बताएँ:
(i) समयुग्मजी और विषमयुग्मजी (ii) लक्षणप्ररूप और जीनप्ररूप
(iii) प्रभावी और अप्रभावी जीन
- सटीक उदाहरण देकर आनुवंशिक विचलन की संकल्पना की व्याख्या करें या समझाएं।



सजीवों में विविधता

परिचय

हम अपने चारों ओर विभिन्न प्रकार के सजीवों को देखते हैं। हम अनेक प्रकार के पौधे जैसे गुलाब, आम, पीपल, पुदीना, घास इत्यादि देखते हैं। हम, छोटी चींटी से लेकर बड़े ऊटों और विशालकाय हाथियों जैसे विभिन्न किस्म के प्राणियों को भी देखते हैं। आप को पता होना चाहिए कि अब तक प्राणियों की लगभग दस लाख (1 मिलियन) स्पीशीज़ और पौधों की लगभग पांच लाख स्पीशीज़ का वर्णन किया जा चुका है। इतने अधिक प्रकार के जीवों का अध्ययन करना मानव के लिए असंभव है। इसलिए यह जरूरी है कि इन जीवों को किसी तरह विभिन्न श्रेणियों के अंतर्गत व्यवस्थित किया जाए। इससे जीवों के बारे में अध्ययन करना सुविधाजनक और सरल हो जाएगा।

मुख्य संकल्पनाएँ

- जीवों के वर्गीकरण का महत्व
- वर्गीकरण का आधार - समानताएँ और असमानताएँ
- अभिलक्षण शब्द का अर्थ
- शारीरिक-डिजाइन के अभिलक्षण, जिनके आधार पर पौधों और प्राणियों को भिन्न - भिन्न समूहों में रखा जाता है।
- जीवों में मौलिक अंतर बताने वाले अभिलक्षण जो जीवों को विस्तृत समूहों में बाटने में मदद करते हैं।
- वर्गीकरण समूहों में पदानुक्रम
- अभिलक्षण जो वर्गीकरण में पदानुक्रम का निर्धारण करते हैं।
- पांच जगत वर्गीकरण
- द्विपदनाम पद्धति

अपेक्षित पूर्व ज्ञान

- सजीवों को समूह में रखने की आवश्यकता है।
- एक कोशिकीय और बहुकोशिकीय जीवों में अंतर।
- असीम केंद्रकी (प्रोकैरियोटिक) और ससीम केंद्रकी (यूकैरियोटिक) कोशिकाओं में अंतर
- पादप कोशिका और प्राणि कोशिका में अंतर
- स्वपोषियों और विषमपोषियों का ज्ञान

कार्यसंपादन कार्यनीति

क्रियाकलाप- 1

आस - पास के खेत / पार्क / उद्यान के लिए एक शैक्षिक भ्रमण की व्यवस्था करें। विद्यार्थियों को इन स्थलों के आसपास विभिन्न इलाकों में जाने दिया जा सकता है। उनसे कहें कि वे इन स्थलों पर पाए जाने वाले विविध पादपों और प्राणियों के नाम अपनी नोट पुस्तिका में लिखें।

भ्रमण के पश्चात उन्हें निम्नलिखित लक्षणों के आधार पर पादपों और प्राणियों को विभिन्न श्रेणियों में बांटने दें:

1. पौधों को शाक, झाड़ियों, वृक्षों, विसर्पी लताओं, आरोही लताओं, आदि में समूहित किया जा सकता है।
2. प्राणियों को जमीन पर रेंगने वाले, जल में रहने वाले, हवा में उड़ने वाले, जमीन पर चलने वाले जन्तुओं में समूहित किया जा सकता है।

 शिक्षक विद्यार्थियों से उनके द्वारा एकत्र किए गए ऑकड़ों को जमा करने का निर्देश दे सकते हैं; और आपस में उस तरीके पर चर्चा करने के लिए कह सकते हैं जिससे वर्गीकरण किया जा सके।

प्रश्नों द्वारा चर्चा आगे बढ़ सकती है। कुछ उदाहरण नीचे दिए जा रहे हैं:

1. आपने पौधों और प्राणियों को अलग – अलग समूहों के अंतर्गत क्यों रखा है ?
2. विविध प्रकार के पौधों को विभिन्न समूहों में बांटने का आधार क्या था ?
3. आपने किस आधार पर प्राणियों को अलग समूहों में रखा ?

चर्चा से निम्नलिखित निष्कर्ष निकलने चाहिए:

- जैविक वर्गीकरण द्वारा सजीवों का समूह बनाकर विभिन्न श्रेणियों में रखे जाने का आधार उनके बीच समानताएँ और असमानताएँ हैं।
- समान अभिलक्षणों वाले जीवों को एक समूह में रखा जाता है जबकि विभिन्न अभिलक्षणों वाले जीवों को अलग समूहों में रखा जाता है।
- अरस्तु ने प्राणियों का वर्गीकरण उनके पर्यावास के आधार पर किया – चाहे स्थलीय, जलीय या वायव/ लेकिन यह वर्गीकरण भ्रामक था।
- बाद में, वैज्ञानिकों ने पाया कि जीवों को उनकी कोशिका की संरचना, पोषण की विधा और स्रोत एवं शारीरिक संगठन (काय) के आधार पर बेहतर ढंग से विभेदित और समूहित किया जा सकता है।

अभिलक्षणों का चुनाव जो वर्गीकरण की पदानुक्रम परंपरा के लिए आधार का काम करता है

- **कोशिका का एकल या समूहों में होना**
अमीबा, यूग्लिना, क्लेमाइडोमोनास, इत्यादि ऐसे जीव हैं, जिनका शरीर केवल एकल कोशिका का ही बना होता है। ये एक कोशिकीय जीव हैं। इसके विपरीत बहुत से ऐसे जीव हैं जिनका शरीर अनेक कोशिकाओं का बना होता है। इन्हें बहुकोशिकीय जीव कहा जाता है जैसे केंचुआ, गाय, मानव, आम का वृक्ष, गुलाब का पादप, इत्यादि।
- **केंद्रक के चारों ओर झिल्ली का होना या न होना**
आदिम जीव जैसे कि जीवाणु में केंद्रक केंद्रकीय झिल्ली से घिरा नहीं होता है। ऐसे जीवों में आनुवंशिक द्रव्य कोशिका द्रव्य में सामान्य ढंग से बिखरे हुए होते हैं। इन जीवों को प्रोकैरियोटिक (prokaryotic – Pro = आदि karyon = केंद्रक) कहा जाता है। इसके विपरीत, अधिकतर जीवों के केंद्रक के चारों तरफ झिल्ली होती है। इन्हें यूकैरियोटिक की (Eukaryotic – Eu = वास्तविक, karyon - केंद्रक) कहा जाता है।

- **पोषण की विधि**

स्वपोषी या विषमपोषी हरित पादपों में कार्बन डाइऑक्साइड और जल का प्रयोग कर एक प्रक्रम द्वारा अपना आहार स्वयं तैयार करने की क्षमता होती है। इस विधि को प्रकाश संश्लेषण कहा जाता है। इसमें सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है। पौधे इस प्रक्रम में सौर ऊर्जा का उपयोग करते हैं। इस प्रकार हरित पादप स्वपोषी (autotrophs – auto = self स्व, स्वयं, trophe = पोषण या आहार) दूसरी ओर प्राणी और अहरित पादप अपना आहार स्वयं संश्लेषित नहीं कर सकते, अतः उन्हें विषमपोषी (heterotrophs – hetero = different, भिन्न, विषम, trophe = nourishment पोषण) कहते हैं।

उपर्युक्त सभी उदाहरणों में एक पदानुक्रम का विकास हुआ है। इस प्रकार के अनेक अभिलक्षण हैं जिनसे हमें पदानुक्रम पंरपरा विकसित करने में सहायता मिलती है। यह वर्गीकरण का आधार बनता है।

वर्गीकरण का महत्व

- वर्गीकरण द्वारा हमें विविध प्रकार के जीवों के अध्ययन में सुविधा होती है।
- वर्गीकरण से एक झलक में ही सभी जीवों का सापेक्ष चित्र सामने आ जाता है।
- यह हमें जीवों के विभिन्न समूहों के बीच जैव विकासिय संबंध को समझने में मदद करना है।

पांच जगत वर्गीकरण

पहले वैज्ञानिक आमतौर पर मानते थे कि सभी जीवों को सिर्फ दो जगतों – प्राणि जगत और पादप जगत, में रखा जा सकता है जैसा कि 18 वीं शताब्दी में लिनियस ने वर्गीकृत किया था। प्राणी तथा पादप के बीच मूल अंतर है कि प्राणी कार्बनिक पदार्थों का आहार करते हैं जो उन्हें पादप और प्राणि स्रोतों (heterotrophs – विषम पोषी) से प्राप्त होता है, जबकि पौधे अपना आहार स्वयं संश्लेषित करते हैं। इसके लिए वे अकार्बनिक पदार्थों CO_2 और जल (autotrophs स्वपोषी) का प्रयोग करते हैं।

- तथापि, यह वर्गीकरण इस बात की उपेक्षा करता है कि सभी कोशिकीय जीवों को दो प्राकृतिक समूहों में संवर्गित किया जा सकता है: प्रोकैरियोट्स और यूकैरियोट्स ये दोनों समूह मूलतः भिन्न हैं। प्रोकैरियोट्स में डी एन ए (DNA) कोशिका द्रव्य युक्त सुनिर्धारित केंद्रक केंद्रकीय झिल्ली से घिरा नहीं होता। अतः कोशिकाओं में सुनिर्धारित केंद्रक नहीं होते। यूकैरियोट्स में केंद्रक चारों तरफ से केंद्रकीय झिल्ली द्वारा घिरा होता है।
- इस प्रकार सभी प्राणियों और पौधों को वर्गीकृत कर देने से दूसरे तरह की कठिनाईयां आईं। उदाहरण के लिए कवक विषम पोषी और अचल है अतः इन्हें प्राणी या पादप के रूप में वर्गीकृत नहीं किया जा सकता। इन समस्याओं का समाधान कॉर्नेल विश्वविद्यालय के पारिस्थितिकीविद रॉबर्ट हिक्टैकर ने निकाला। सन् 1969 में आर. हिक्टैकर ने तर्कसंगत पांच जगत पद्यति दी जो अभी तक व्यापक रूप से प्रयोग में आ रही है। हिक्टैकर की वर्गीकरण पद्यति संगठन के निम्नलिखित तीन स्तरों पर आधारित है
 - (i) कोशिकाओं की प्रोकैरियोटिक बनाम यूकैरियोटिक संरचना
 - (ii) एक कोशिकीय बनाम बहुकोशिकीय संगठन एवं
 - (iii) पोषण के तीन भिन्न प्रकार:



प्रकाश संश्लेषण (पादपों में), अवस्तर(सब्सट्रेट) से अवशोषण (कवकों में) और अंतर्ग्रहण (प्राणियों में)। इसके अलावा वर्गीकरण का कार्य विभिन्न स्तरों पर उप समूहों का नाम देकर किया गया जैसा कि निम्नलिखित योजना में है-

- जगत
- संघ (फाइलम) प्राणियों के लिए/ प्रभाग(डिवीजन) पौधों के लिए
- वर्ग
- गण
- कुल
- जीनस (वंश)
- स्पीशीज (प्रजाति)

इस प्रकार अभिलक्षणों की पदानुक्रम परंपरा के आधार पर जीवों को अलग कर छोटे-छोटे समूहों में रखते हुए हम वर्गीकरण की आधार भूत इकाई जो स्पीशीज है पर आ जाते हैं। इसलिए कहा जा सकता है कि कौन – सा जीव समान स्पीशीज में आता है?

मोटे तौर पर एक स्पीशीज के अंतर्गत वे सभी जीव आते हैं जो काफी समान होते हैं और अंतः प्रजनन करते हैं तथा जननक्षम संतति उत्पन्न करते हैं।

- वर्तमान में हम व्यापक रूप से निम्नलिखित पांच जगत वर्गीकरण का प्रयोग करते हैं:

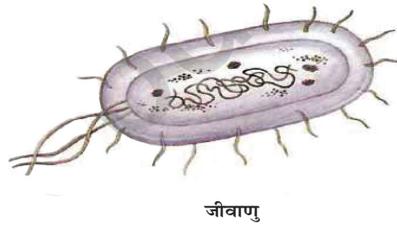
 अब विद्यार्थियों के साथ हिक्टैकर द्वारा प्रस्तावित पांच जगतों के अभिलक्षणों पर चर्चा करें,

- मोनेरा जगत (प्रोकैरियोटिक जीवाणु और नीलहरित शैवाल)
- प्रोटिस्ट जगत (एक कोशिक यूकैरियोटिक जीव जैसे प्रोटोजोआ और शैवाल)
- कवक जगत (यीस्ट, मशरूम)
- प्लैन्टी जगत (हरित पादप और बहुकोशिकीय शैवाल)
- एनिमेलिया जगत (बहुकोशिकीय प्राणी)

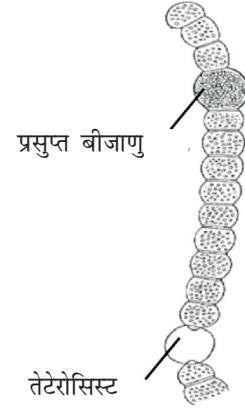
1. जगत मोनेरा

- अनिर्धारित केंद्रक या कोशिकांग (प्रोकैरियोटिक)
- काय डिजाइन बहुकोशिकीय नहीं
- कुछ में कोशिकाभित्ति मौजूद तो कुछ में अनुपस्थिति
- पोषण का तरीका या तो स्वपोषी अथवा विषमपोषी





जीवाणु



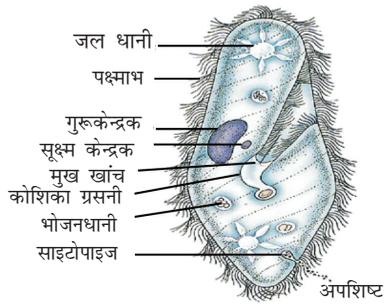
एनाबीना

मोनेरा

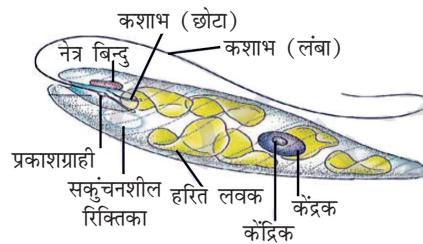
उदाहरण जीवाणु और एनाबीना

II . जगत प्रोटिस्टा

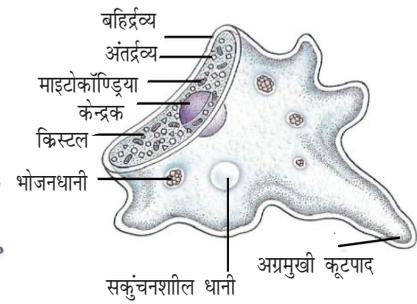
- एक कोशिकीय यूकैरयोटिक जीव
- इनमें से कुछ जीव उपांगों, जैसे कि सदृश्य पक्षमाभ या कशा – जैसा कशाभ, का उपयोग गमन के लिए करते हैं।
- पोषण का तरीका या तो स्वपोषी अथवा विषमपोषी
- वे बहुकोशिकीय ससीम केंद्रकी होते हैं



पैरामीशियम



युग्लीना



अमीबा

प्रोटोजोआ

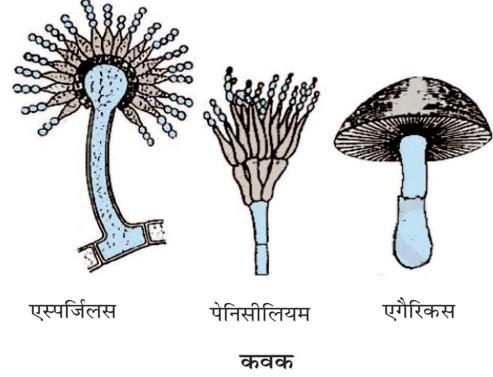


- उनकी कोशिकाओं में कोशिका भित्ति होती है जो सेलुलोज की बनी होती है।

उदाहरण: पैरामीशियम, यूग्लिना और अमीबा

III. जगत फंजाई

- विषमपोषी यूकैरियोटिक जीव जो सड़े गले (क्षयमान) जैव पदार्थों को भोजन के रूप में लेते हैं अतः इन्हें मृतजीव कहते हैं।
- इनमें से कई जीवों में अपने जीवन काल की कुछ अवस्थाओं में बहुकोशिकीय जीव बनने की क्षमता होती है। इनकी कोशिका भित्तिया कठोर जटिल कार्बोहाइड्रेट जिसे काइटिन कहते हैं, की बनी होती है। उदाहरण – एस्पेर्जिलस, पेनिसीलियम और एगारिकस



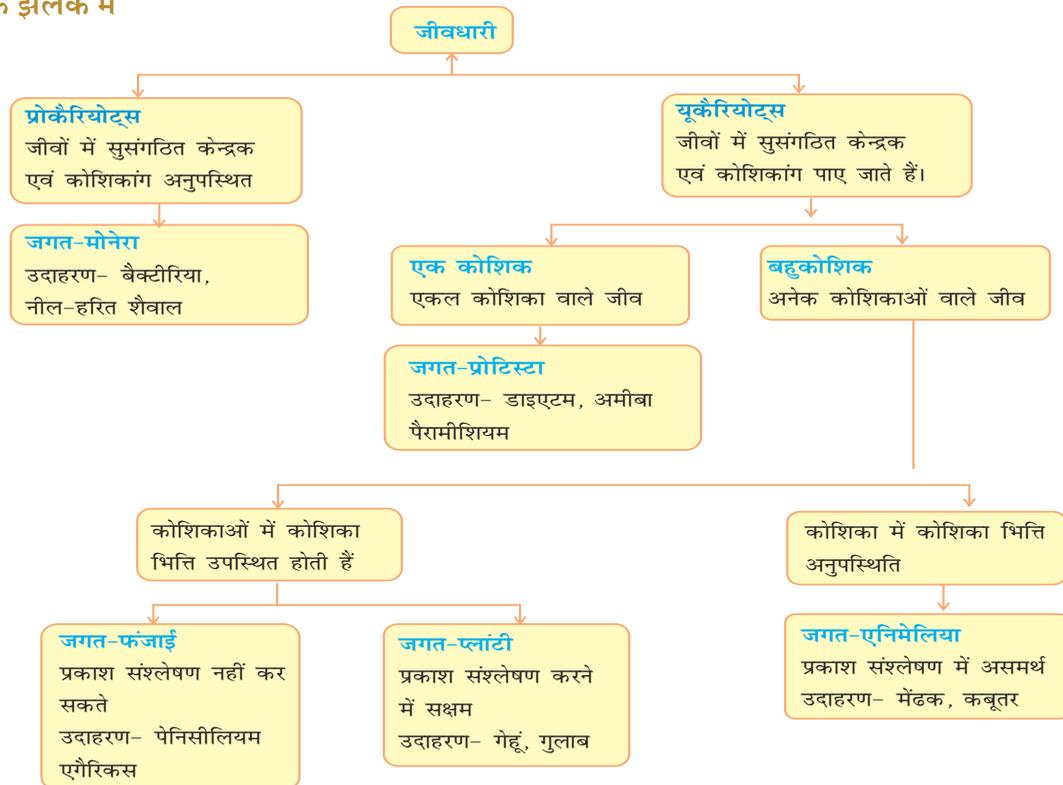
IV . जगत प्लान्टी

ये बहुकोशिकीय यूकैरियोट्स कोशिका भित्ति वाले होते हैं। ये स्वपोषी हैं और प्रकाश संश्लेषण के लिए पर्णहरित का उपयोग करते हैं। अतः इस जगत में सभी प्रकार के पादप आते हैं।

V. जगत ऐनिमेलिया

इस जगत में सभी जीव, बहुकोशिकीय यूकैरियोट्स हैं, जिनमें कोशिका भित्ति अनुपस्थित होती है। ये

पांच जगत एक झलक में



क्रियाकलाप- 2

किसी पार्क / उद्यान / खेत में जाने के लिए एक शैक्षिक भ्रमण का आयोजन करें और विद्यार्थियों को भिन्न भिन्न प्रकार के पादपों का प्रेक्षण करने दें। विद्यार्थियों से कुछ पौधों का संग्रह करने को कहा जा सकता है उन्हें उनके अभिलक्षणों के आधार पर स्थूल रूप से वर्गीकृत करने को कहें।

विद्यार्थियों से सारणी 8.1 में दी गई वृहत श्रेणियों में आने वाले पौधों की एक सूची बनाने को कहें। उनसे कहा जा सकता है कि वे पादपों को वर्गीकृत करने में अपने शब्दवलयों का प्रयोग करें। वे इन पौधों का वर्गीकरण अपने प्रेक्षणों के आधार पर कर सकते हैं, जिन्हें वे निम्नलिखित तालिका से 8.1 में रिकार्ड कर सकते हैं। अब, उन्हें अपनी पाठ्यपुस्तक से या अन्य अधिगम स्रोतों (sites) से इनका सत्यापन करने दें ताकि देखें कि वे कहाँ तक पौधों को वर्गीकरण करने में सफल होते हैं।

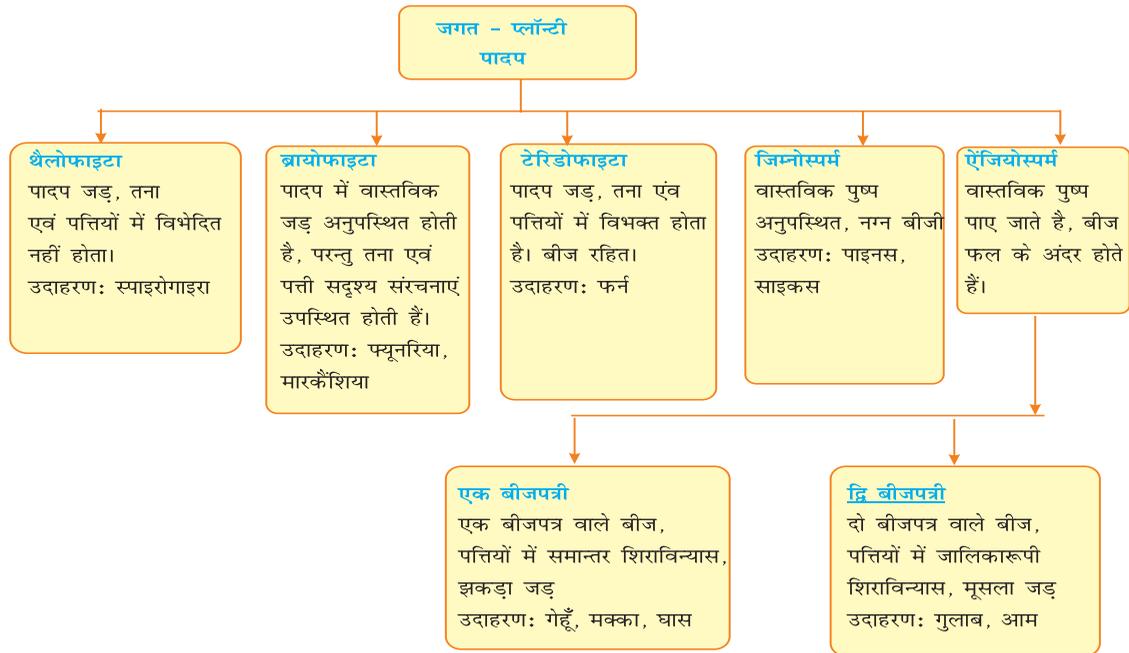
सारणी 8.1 - पौधों के सामान्य संवर्ग

क्रम सं.	थैलोफाइटा	ब्रायोफाइटा	टेरिडोफाइटा	जिम्नोस्पर्म	ऐंजियो स्पर्म	अभ्युक्ति
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						

अपने प्रेक्षणों की तुलना दिए गए प्रवाह चार्ट से करें और जांच करें कि क्या इसमें कोई अंतर है।

जगत – प्लान्टी

वे प्रकाश संश्लेषण प्रक्रम द्वारा अपना आहार स्वयं संश्लेषित करते हैं।



जगत ऐनिमेलिया

विषमपोषी हैं। अतः सभी प्राणि इस जगत में आते हैं।

वर्गीकरण का आधार

प्राणियों का वर्गीकरण जैसे शारीरिक संगठन, सममिति इत्यादि जैसे कुछ दृश्य लक्षणों के आधार पर किया गया है।

संगठन

कुछ बहुकोशिकीय प्राणियों में भी, कोशिकाएँ ऊतकों और अंगों के रूप में व्यवस्थित नहीं होतीं। उदाहरण के तौर पर स्पंज, वास्तव में कोशिकाओं के पुंज हैं। यह कोशिकीय स्तर का संगठन कहा जाता है लेकिन, उच्चतर प्राणियों में कोशिकाएँ ऊतकों के रूप में व्यवस्थित होती हैं (जैसे कि कुछ सीलेन्टरेट जिसमें ऊतक स्तर के संगठन होते हैं)। इससे भी उच्चतर प्राणियों में (जैसे कि मेंढक) ऊतक अंगों के रूप में संगठित होते हैं और आगे चल कर अंग तंत्रों के रूप में।

सममिति

इसका अर्थ है, शरीर का दो समान और समरूप भागों में बाँटा जा सकना होना। अमीबा एक असममित प्राणि है। तारा मीन (स्टार फिश) अरीय सममित होते हैं, जबकि अन्य प्राणि जैसे तिलचट्टा, मनुष्य, आदि द्विपार्श्व सममित होते हैं।

देह गुहा या प्रगुहा (सीलोम)

यह कायभित्ति और आहार नाल (आंत्र) के बीच की गुहा है। अगुहिक (एसीलोमेट) प्राणियों जैसे कि टेपवर्म, कूटप्रगुहिक (स्यूडो - सीलोमेट) जैसे कि गोलकृमि में यह गुहा नहीं होती।

भ्रूणीय परत

इसमें भ्रूणीय अवस्था में तीन प्रकार की कोशिकाएँ, बाह्य त्वचा, मध्य त्वचा और अंतः त्वचा होती हैं। इन्हीं तीन परतों से किसी प्राणी शरीर के सभी अंग बने होते हैं। स्पंजों और सीलेन्टरेट में मध्य त्वचा नहीं होती और उन्हें द्विकोरकी (डिप्लोब्लास्टिक) कहा जाता है। अन्य प्राणियों में कोशिकाओं की तीन स्तर होते हैं अतः वे त्रिकोरकी (ट्रिप्लोब्लास्टिक) कहे जाते हैं।

नोटोकोर्ड

यह दण्डसदृश्य कठोर संरचना है जो शरीर के आगे से पीछे, ऊपर से नीचे तक और पृष्ठ सतह के समीप होती है। यह प्राणी को अवलंब प्रदान करता है। सभी कॉर्डेट में विकास के दौरान किसी न किसी अवस्था में नोटो-कॉर्ड होता है। अकशेरुकी प्राणियों में यह नोटोकोर्ड नहीं होता है इसलिए उन्हें नॉन - कॉर्डेट कहा जाता है।



द्विपदनाम पद्धति

सजीवों को व्यवस्थित नाम देने की आवश्यकता क्यों है?

वैज्ञानिक नामकरण या नाम देने की पद्धति का प्रयास सर्वप्रथम कार्लोस लिनियस ने किया था। इस तंत्र के अधीन प्रत्येक जीव को एक वैज्ञानिक नाम दिया गया है जिसके दो भाग हैं। पहला भाग उस जीव का जीनस (वंश) बताता है और दूसरा भाग उसकी स्पीशीज़ का बोध कराता है। उदाहरण के लिए बाघ का वैज्ञानिक नाम पैन्थेरा टिगरिस है जहाँ 'पैन्थेरा' उसका वंश(जीनस) नाम और 'टिगरिस' उसकी प्रजाति(स्पीशीज़) का नाम है।

क्रियाकलाप- 3

विद्यार्थियों से निम्नलिखित प्राणियों और पौधों के नाम विभिन्न भाषाओं में पता करने के लिए कहा जा सकता है।

- | | | | |
|--------------|-----------|---------|----------|
| 1. मयूर(मोर) | 2. बिल्ली | 3. सिंह | 4. चींटी |
| 5. आम | 6. कमल | 7. नीम | 8. आलू |

हम जानते हैं कि विभिन्न भाषाओं में विशिष्ट प्राणियों और पौधों के नाम भिन्न-भिन्न हैं। उदाहरण के तौर पर बिल्ली को अंग्रेजी में 'कैट' बंगाली में 'बिराल', संस्कृत में 'विडाल' और तमिल में 'पुनाई' कहा जाता है। इसलिए यह महसूस किया गया कि किसी जीव विशेष को एक अंतर्राष्ट्रीय मान्य नाम दिया जाए जीव का वैज्ञानिक नाम अद्वितीय होना चाहिए ताकि विश्व में कहीं भी पहचाने जाने के लिए इसका प्रयोग किया जा सकता है।

भ्रांतियों का निराकरण

- (1) आम धारणा है कि, साँप सपेरे द्वारा 'बीन' बजने की आवाज पर अपने फण को हिलाता है। जबकि वास्तविकता में उसके कान नहीं होते। साँप को केवल सपेरे की गति और बीन का आभास होता है। और सोचता है कि सपेरा बीन से उस पर प्रहार करेगा जिससे वह बचने का प्रयास करता है।
- (2) **साइकॉन और स्पंजिला** निर्जीव समझे जाते थे। वास्तव में बहुत लम्बे समय तक स्पंज निर्जीव समझे जाते रहे। ऐसा माना जाता था कि स्पंज विविध प्रकार के समुद्री कृमियों और क्रस्टेशिया-समूह के प्राणियों के लारवा के घोंसले हैं। लेकिन जब देखा गया कि इसके शरीर में जल धाराओं को प्रवेश करते और बाहर निकलते देखा गया तो उन्हें प्राणी समझा गया।
- (3) **हाइड्रा और अन्य सीलेनटरेट** पौधे समझे जाते थे। यह मिथ्यधारणा तब तक बनी रही जब तक कि वैज्ञानिकों ने उनके शरीर के भागों को गति करते नहीं देखा और उनका वर्गीकरण प्राणियों के रूप में नहीं किया गया।
- (4) **चमगादड़ पक्षी है** वास्तव में चमगादड़ स्तनी प्राणी है क्योंकि मादा चमगादड़ों में स्तन-ग्रंथियाँ होती हैं वह अपने बच्चों को दूध पिलाती है और पूर्णतः विकसित शिशु को जन्म (जरायुज) देती है।

आकलन

1. नील हरित शैवाल को जीवाणु के साथ मोनेरा जगत में क्यों रखा गया है?
2. यद्यपि यूग्लिना में हरित रंग का पदार्थ (पर्ण हरित) होता है लेकिन इसे पादप नहीं समझा जाता है। क्यों?
3. केंचुओं को कृषकों का मित्र क्यों समझा जाता है?
4. टॉरपीडो को विद्युत रे क्यों कहा जाता है ?
5. उस सरीसृप (रेप्टाइल) का नाम बताएं जो छद्माजवरण(camouflage) दर्शाता है।
6. यद्यपि अधिकांश सरीसृप अंडे देते हैं फिर भी इसका एक समूह ऐसा भी है जहाँ मादा विकसित संतान को जन्म देती है। वर्ग का नाम बताइए।
7. एक अंडज (ओवीपरेस) स्तनी प्राणी का नाम बताएं।





ध्वनि

परिचय

ध्वनि ऊर्जा का एक ऐसा रूप है जिसका संचरण यांत्रिक तरंगों के द्वारा होता है तथा जो हमारे कानों में श्रवण (सुनने) की संवेदना उत्पन्न करती है। इस अध्याय में शिक्षार्थियों द्वारा ध्वनि की प्रकृति तथा किसी माध्यम में उसके संचरण की विधा समझने के लिए अनेक क्रियाकलापों के अतिरिक्त मानसिक मॉडलों का उपयोग किया गया है। इस अभ्यास में ध्वनि तरंगों की अनुदैर्घ्य प्रकृति तथा उनके ग्राफीय निरूपण पर भी चर्चा की गयी है। ध्वनि तरंगों के संचरण की कल्पना किसी माध्यम में संपीडन एवं विरलन की क्रमागत श्रृंखला के रूप में की जाती है। हम प्रायः यह समझने में कठिनाई का अनुभव करते हैं कि संपीडन एवं विरलन किस प्रकार उत्पन्न होते हैं तथा माध्यम में उनका संचरण कैसे होता है।

इस अध्याय में अनेक क्रियाकलाप इस उद्देश्य को ध्यान में रखते हुये प्रस्तावित किए गए हैं कि ध्वनि तरंगों के संदर्भ में आवृत्ति, आयाम एवं चाल जैसे पदों के साथ साथ यह भी समझा जा सके कि इनके द्वारा ध्वनि के प्रबलता, तारत्व एवं स्वरूप (quality) अथवा गुणता जैसे अभिलक्षणों का निर्धारण कैसे किया जाता है। इसके अतिरिक्त ध्वनि के परावर्तन तथा उससे संबद्ध प्रतिध्वनि एवं अनुरणन (गूंज) की घटनाओं के निदर्शन को भी सम्मिलित किया गया है तथा उन्हें दैनिक अनुभवों से जोड़ा गया है।

यह अपेक्षा की गई है कि इस अध्याय में प्रस्तुत पठन सामग्री ध्वनि के विभिन्न पहलुओं की समझ को समृद्ध करने के साथ-साथ उसके पठन एवं शिक्षण में भी सहायक होगी।

प्रमुख संकल्पनाएं

- ध्वनि कंपनशील पिंडों द्वारा उत्पन्न होती है।
- ध्वनि ऊर्जा का एक स्वरूप है जिसका किसी द्रव्यात्मक माध्यम द्वारा तरंग के रूप में संचरण होता है।
- ध्वनि तरंग एक ऐसा आवर्ती विक्षोभ है जो किसी माध्यम में तब संचरित होता है जब माध्यम के कण अपने आस पास के कणों को गतिशील करते हैं।
- प्रबलता, तारत्व तथा ध्वनि - स्वरूप (अथवा गुणता) ध्वनि के अभिलक्षण हैं।
- ध्वनि के संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता होती है। जब माध्यम से किसी ध्वनि तरंग का संचरण होता है तो उसके कण अपनी माध्य स्थिति के दोनों ओर कंपन करते हैं।
- किसी तरल माध्यम (द्रव तथा गैस) में ध्वनि का संचरण अनुदैर्घ्य तरंगों द्वारा होता है।
- भिन्न भिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल अलग-अलग होती है।
- ध्वनि परावर्तन के उन्ही नियमों का पालन करती है जो प्रकाश के परावर्तन के लिए वैध हैं।

- जब मूल ध्वनि तथा उसकी परावर्तित ध्वनि को अलग-अलग सुना जा सके तब इस परिघटना को प्रतिध्वनि कहते हैं।

आदान-प्रदान कार्यनीति

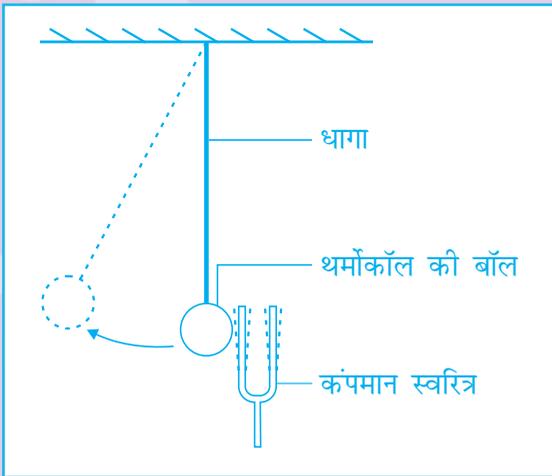
ध्वनि से सम्बद्ध संकल्पनाओं के शिक्षण-अधिगम को अनेक सरल क्रियाकलापों की सहायता से रोचक एवं आसानी से समझने के योग्य बनाया जा सकता है। यहाँ कुछ क्रियाकलापों को उदाहरण के रूप में प्रस्तुत किया जा रहा है।

- किसी ध्वनि के बारंबार परावर्तित होकर सुनने वाले के पास तक एक साथ पहुँचने से अनुरणन उत्पन्न होते हैं।

अपेक्षित पूर्व ज्ञान

- सरल लोलक की आवर्ती गति तथा उसके अभिलक्षण।
- ध्वनि उत्पन्न करने की विभिन्न विधियाँ तथा किसी माध्यम से ध्वनि का संचरण।
- प्रकाश के परावर्तन के नियम।
- मानव कर्ण की संरचना एवं श्रवण प्रक्रिया का ज्ञान।

क्रियाकलाप- 1



चित्र:1 किसी कंपमान स्वरित्र द्विभुज के संपर्क में लाने पर कोई हल्की बॉल विस्थापित हो जाती है।

उद्देश्य:

1. यह निदर्शित करना कि ध्वनि कंपमान वस्तुओं द्वारा उत्पन्न होती है।
2. यह स्थापित करना कि ध्वनि ऊर्जा, ध्वनि के किसी स्रोत (यथा स्वरित्र द्विभुज) से उसके चारों ओर स्थित माध्यम में संचरित होती है।

विधि:

- विद्यार्थियों से किसी स्वरित्र द्विभुज की एक भुजा को रबर के किसी टुकड़े पर आघात करके कंपमान करने तथा फिर उसे अपने कान के निकट लाने को कहिए। वह क्या पाते हैं?
- क्या उन्हें कोई ध्वनि सुनाई देती है ?
- स्वरित्र द्विभुज की किसी एक भुजा को स्पर्श करके विद्यार्थियों को उनके कंपनों को अनुभव करने दीजिए।
- अब स्वरित्र द्विभुज की किसी एक भुजा को स्वतंत्र रूप से लटकी प्लास्टिक अथवा थर्मोकॉल की बॉल के संपर्क में बारी बारी से उस समय लाने को कहिए जब वह
(i) कंपमान न हो तथा (ii) कंपमान हो (चित्र 1)।
- विद्यार्थियों को अपने प्रेक्षण लेने तथा उन पर चर्चा करने का अवसर दीजिए।

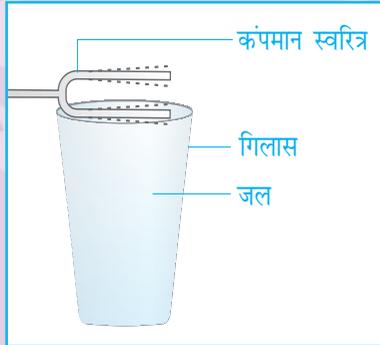
ज्ञानवर्धक सामग्री

स्वरित्र द्विभुज के स्थान पर विद्यालय की घंटी अथवा धातु की किसी बड़ी प्लेट का भी उपयोग किया जा सकता है। विद्यार्थियों को अपने प्रेक्षणों के आधार पर इस निष्कर्ष तक पहुँचने में सहायता कीजिये कि कंपमान वस्तुओं द्वारा ध्वनि उत्पन्न होती है। शिक्षक विद्यार्थियों को निम्नलिखित क्रियाकलाप करने के लिए भी प्रेरित कर सकते हैं।

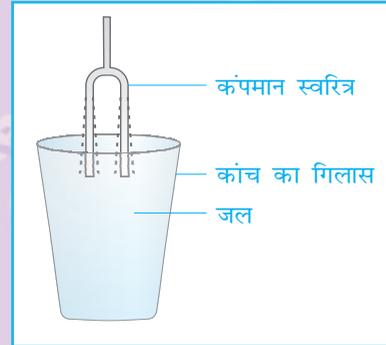
क्रियाकलाप- 2

विधि:

- किसी टब या द्रोणिका को पूरी तरह जल से भर दीजिए। इसके लिए किसी चौड़े मुँह के काँच के गिलास का भी उपयोग किया जा सकता है।
- किसी कंपमान स्वरित्र द्विभुज की एक भुजा को धीमे से जल के पृष्ठ के संपर्क में लाइए जैसा चित्र 2 (a) में दर्शाया गया है। यह सुनिश्चित कीजिये की जल पृष्ठ के संपर्क में लाई जाने वाली भुजा क्षैतिज है तथा बर्तन के संपर्क में नहीं है।
- कंपमान स्वरित्र द्विभुज की दोनों भुजाओं को जल में डुबोइए (चित्र- 2(b))



चित्र:2 (a) कंपमान स्वरित्र द्विभुज की एक भुजा जल पृष्ठ के संपर्क में है।



चित्र:2 (b)) कंपमान स्वरित्र द्विभुज की दोनों भुजाएँ जल में डूबी हैं

ऊपर वर्णित दो क्रियाकलापों को संपादित करने के उपरांत शिक्षक विद्यार्थियों को इस निष्कर्ष तक पहुँचने में सहायता कर सकते हैं कि कंपमान स्वरित्र द्विभुज से ऊर्जा थर्मोकॉल की बॉल अथवा जल के पृष्ठ में स्थानांतरित हो जाती है। इसका आशय है कि स्वरित्र द्विभुज जैसे ध्वनि के स्रोत से ऊर्जा उसके चारों ओर स्थित माध्यम (थर्मोकॉल बाल/जल पृष्ठ) में स्थानांतरित हो जाती है। यह नोट कीजिये कि उपरोक्त दोनों स्थितियों में क्या होता है। शिक्षक विद्यार्थियों के प्रेक्षणों के आधार पर यह चर्चा कर सकते हैं कि ऐसा क्यों होता है।

क्रियाकलाप- 3

उद्देश्य:

यह निदर्शित करना कि ध्वनि के संचरण के लिए किसी द्रव्यात्मक माध्यम की आवश्यकता होती है।

विधि:

- किसी मोबाइल फोन को काँच के गिलास में रखिए। अब किसी विद्यार्थी को दूसरे फोन से गिलास में रखे फोन का नंबर मिलाने के लिए कहिए।
- मोबाइल फोन की घंटी बजने लगेगी। घंटी की ध्वनि की प्रबलता नोट कीजिए।
- अब गिलास के मुख को अपने मुख से पूरी तरह ढक लीजिए।
- गिलास के अंदर की वायु को अपने मुख से अपनी सामर्थ्य के अनुसार बाहर खींचिए तथा कुछ क्षणों के लिए अपनी सांस रोक लीजिए (इस प्रकार गिलास के अंदर की वायु हटकर उसमें आंशिक निर्वात उत्पन्न हो जायेगा)।
- अब यह नोट कीजिए कि मोबाइल फोन की घंटी की प्रबलता में क्या अंतर प्रतीत होता है।
- अब गिलास को मुख से हटाकर उसमें वायु को पुनः भर जाने दीजिए।
- इस पूरे प्रक्रम में मोबाइल फोन की घंटी की प्रबलता में होने वाले सभी परिवर्तनों को सावधानीपूर्वक नोट कीजिए।

इस निदर्शन के द्वारा विद्यार्थियों को इस निष्कर्ष तक पहुँचने में सहायता कीजिए कि ध्वनि के संचरण के लिए वायु जैसे किसी द्रव्यात्मक माध्यम की आवश्यकता होती है।

ज्ञानवर्धक सामग्री

शिक्षक विद्यार्थियों को उनके द्वारा पिछली कक्षा में खिलौना टेलीफोन से किए गए क्रियाकलाप का स्मरण करा सकते हैं। खिलौना टेलीफोन में ध्वनि के संचरण के लिए धागा माध्यम का कार्य करता है।

आकलन

- अपने आस पास से किन्हीं पाँच वस्तुओं का चयन कीजिए। उचित पदार्थ के हथौड़े से उन पर एक - एक कर के प्रहार कीजिए। ऐसी विधि या विधियों का सुझाव दीजिए जिनसे यह स्थापित किया जा सके कि ध्वनि उत्पन्न करती वस्तुएं कंपित होती हैं।
- पेन के ढक्कन, सीटी या किसी खाली बोतल जैसी वस्तुओं में हवा फूंककर ध्वनि उत्पन्न की जा सकती है। इन सभी में उस द्रव्य का नाम बताइये जिसके कंपनों के कारण ध्वनि उत्पन्न होती है।
- क्रियाकलाप 3 में गिलास से वायु को बाहर खींच लिए जाने पर उसमें रखे मोबाइल फोन की घंटी की ध्वनि की प्रबलता कम क्यों प्रतीत होती है?

संकल्पना: किसी स्रोत से ग्राही (श्रोता) तक वायु में ध्वनि का संचरण अनुदैर्घ्य तरंगों के रूप में होता है।

शिक्षक विद्यार्थियों को दो प्रकार की तरंगों – अनुदैर्घ्य एवं अनुप्रस्थ – के विषय में समझा सकते हैं। किसी अनुदैर्घ्य तरंग में माध्यम के कण अपनी माध्य स्थिति के सापेक्ष तरंग की गति की दिशा में कंपन करते हैं।

किसी अनुप्रस्थ तरंग में माध्यम के कण अपनी माध्य स्थिति में तरंग की गति के लम्बवत् कंपन करते हैं।

वायु (तथा अन्य सभी तरल माध्यमों) में ध्वनि का संचरण अनुदैर्घ्य तरंगों के रूप में होता है।

अनुदैर्घ्य तरंगों की प्रकृति किसी स्लिंगी की सहायता से दर्शाई जा सकती है। इसके लिए विद्यार्थियों को क्रियाकलाप - 4 करने को कहा जा सकता है।

क्रियाकलाप- 4

उद्देश्य:

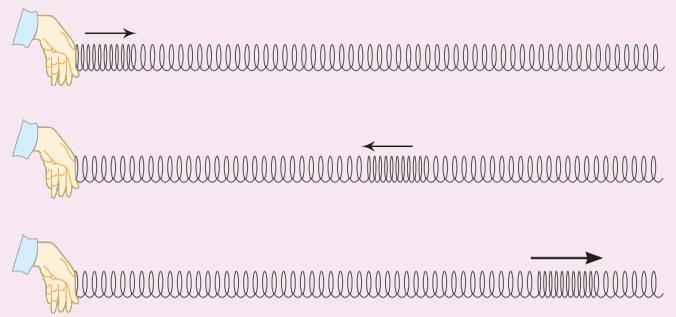
स्लिंगी की सहायता से अनुदैर्घ्य तरंगों का निदर्शन।

विधि:

- एक स्लिंगी लीजिये तथा उसके एक सिरे को दरवाजे के हैंडल या खिड़की की ग्रिल या दीवार पर जड़ी खूंटी जैसे किसी दृढ़ आधार से बांध दीजिए।
- स्लिंगी के दूसरे सिरे को दृढ़तापूर्वक पकड़ कर तब तक खींचिए जब तक स्लिंगी की कुंडलियों के बीच की दूरी लगभग 3 cm न हो जाए। अपने भार के कारण स्लिंगी के मध्य भाग में झोल उत्पन्न हो सकता है। तथापि यदि झोल सीमित परिमाण में हो तो प्रेक्षणों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

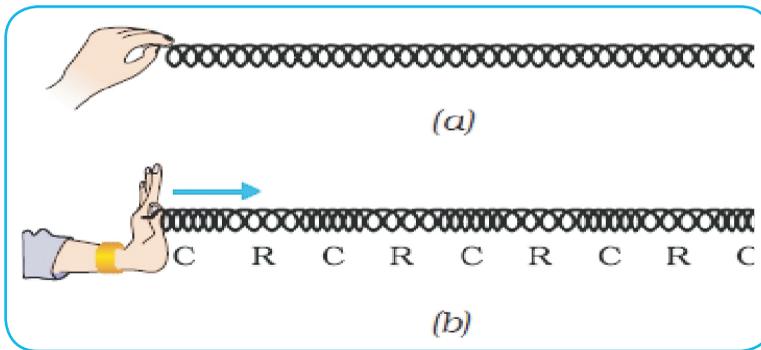


चित्र:3 किसी स्लिंगी में अनुदैर्घ्य स्पंद उत्पन्न करना



चित्र:4 किसी स्लिंगी में अनुदैर्घ्य स्पंद का संचरण

- स्लिंकी के जिस सिरे को आप पकड़े हुए हैं उसके पास के कुछ फेरों को अपने हाथ की अंगुलियों की सहायता से पास-पास समेट कर गुच्छा सा बना लीजिए (चित्र 3)। अब गुच्छे के रूप में समेटी स्लिंकी के फेरों को एक साथ झटके से छोड़ दीजिए। आप क्या देखते हैं? स्लिंकी के उस भाग की कुंडली में क्या होता है जिसे आपने अपनी अंगुलियों से गुच्छे के रूप में समेट कर पकड़ रखा था? स्लिंकी की लंबाई के अनुदिश विक्षोभ की गति का अवलोकन कीजिए।
- आप देख सकते हैं कि स्लिंकी का वह भाग जिसे आपने गुच्छे कि भांति समेट रखा था, अपने स्थान पर ही बना रहता है जबकि गुच्छे के रूप में एक विक्षोभ स्लिंकी की लंबाई के अनुदिश एक स्पंद के रूप में गमन करता है।
- स्लिंकी की लंबाई के अनुदिश स्पंद के रूप में गतिशील विक्षोभ को संपीडन माना जा सकता है।
- यह नोट किया जा सकता है कि संपीडन उसी दिशा में गमन करता है जिस दिशा में विक्षोभ। यह किसी अनुदैर्घ्य स्पंद के संचरण का उदाहरण है (चित्र 4)।
- स्लिंकी के प्रत्येक फेरे को माध्यम का एक कण माना जा सकता है जिससे होकर संपीडन संचरित होता है।
- विद्यार्थियों का ध्यान इस तथ्य कि ओर आकर्षित कीजिये कि जब वह स्लिंकी के कुछ फेरों को समेट कर गुच्छा बनाते हैं तो उसके पास की शेष कुंडली में खिंचाव उत्पन्न हो जाता है अर्थात् इसके फेरों के बीच की दूरी बढ़ जाती है। इस खिंचाव के कारण विरलन का प्रभाव उत्पन्न हो जाता है। जब गुच्छे के रूप में समेटे गए फेरों को झटके से छोड़ा जाता है तो खिंचाव वाले भाग का क्या होता है?
- स्लिंकी में खिंचाव वाले भाग के कारण जो विक्षोभ गमन करता है वह संपीडन के रूप में न होकर विरलन के रूप में होता है।
- अब किसी ऐसी स्थिति पर विचार कीजिये जब एकल विक्षोभ (अथवा कोई स्पंद) के स्थान पर स्लिंकी जैसे किसी माध्यम से एक के बाद एक (क्रमागत) संपीडन (C) तथा विरलन (R) को संचरित किया जाए। यह ठीक वैसा ही होगा जैसा किसी माध्यम से अनुदैर्घ्य तरंग के संचरण में होता है।



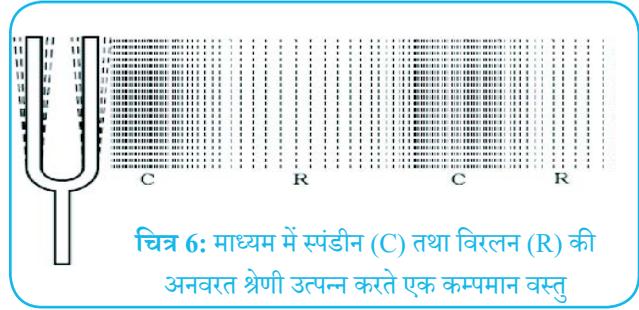
किसी स्लिंकी की लंबाई के अनुदिश द्रुत गति से एक के बाद एक (क्रमागत) संपीडन तथा विरलन प्रेषित कर अनुदैर्घ्य तरंग को संचरित किया जा सकता है। इसके लिए स्लिंकी के एक सिरे को स्थिर रखते हुए उसके दूसरे सिरे पर लंबाई के अनुदिश द्रुत गति से लगातार झटके देकर संपीडन तथा विरलन उत्पन्न कीजिये (चित्र 5)।

चित्र:5 स्लिंकी की लंबाई के अनुदिश क्रमागत स्पंद उत्पन्न करना

वायु में ध्वनि का संचरण

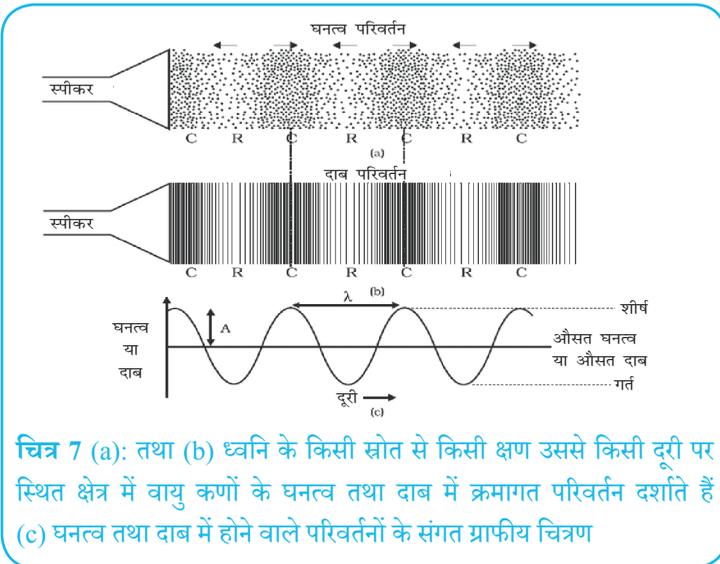
इस विषय पर चर्चा आरंभ करने के लिए शिक्षक यह प्रश्न पूछ सकते हैं कि ध्वनि तरंगें किस प्रकार उत्पन्न होती हैं? इस प्रश्न का उत्तर देने के लिए कंपमान स्वरित्र द्विभुज जैसे ध्वनि के किसी स्रोत पर विचार किया जा सकता है। जब किसी कंपमान स्वरित्र द्विभुज कि भुजाएँ अपनी माध्य स्थिति से दाईं ओर गति करती हैं तो यह अपने संपर्क में आये वायु के कणों को दाईं ओर धकेलती हैं (चित्र 6)। फलस्वरूप आस पास के क्षेत्र के वायु

कण संपीडित हो जाते हैं। दूसरे शब्दों में उस क्षेत्र के वायु कणों का घनत्व या दाब बढ़ जाता है। यह किसी स्प्रिंग की कुंडलियों को समेटकर गुच्छा बनाने के तुल्य है (चित्र 4)। इसे संपीडन कहते हैं। ध्यान दीजिये कि जब स्वरित्र द्विभुज की भुजाएँ एक ओर की चरम स्थिति की ओर गति करते हुए संपीडन उत्पन्न करती हैं, उन्ही क्षणों में वह अपनी गति की दिशा के दूसरी ओर विरलन भी उत्पन्न करती हैं क्योंकि उस ओर के वायु कणों में परस्पर दूरी बढ़ जाती है।



चित्र 6: माध्यम में संपीडन (C) तथा विरलन (R) की अनवरत श्रेणी उत्पन्न करते एक कम्पमान वस्तु

यह ध्यान में रखना आवश्यक है कि संपीडन का बनना एक क्रमिक प्रक्रिया है जो स्वरित्र द्विभुज की भुजाओं के एक चरम स्थिति से दूसरी चरम स्थिति तक पहुँचने पर सम्पन्न होती है। यह संपीडन स्वरित्र द्विभुज से दूर की ओर गतिशील हो जाता है। जब इसकी भुजाएँ अपनी चरम स्थिति से पहले माध्य स्थिति तथा फिर विपरीत ओर की चरम स्थिति की ओर गतिशील होती हैं तो वह अपने आस पास स्थित वायु कणों के न्यून घनत्व का क्षेत्र अथवा न्यून दाब क्षेत्र उत्पन्न करती हैं जिसे विरलन कहते हैं। यह विरलन भी द्विभुज की भुजाओं से परे गतिशील हो जाता है जिसके आगे संपीडन होता है। यहाँ भी यह याद रखना आवश्यक है कि विरलन के निर्माण की प्रक्रिया भी धीमी, क्रमिक एवं अनवरत होती है। कम्पमान स्वरित्र द्विभुज की भुजाएँ अपनी माध्य स्थिति के इधर उधर निरंतर गति करती रहती हैं जिससे वायु में क्रमागत संपीडन एवं विरलन की अनवरत श्रृंखला उत्पन्न होती है। फलस्वरूप उत्पन्न ध्वनि-तरंग वायु (माध्यम) में संचरित हो जाती है। कम्पमान स्वरित्र द्विभुज द्वारा संपीडन एवं विरलन उत्पन्न होने की घटना को समझने के लिए विद्यार्थियों को स्प्रिंग की कुंडलियों को गुच्छे के रूप में समेटकर उससे क्रमागत संपीडन एवं विरलन प्रेषित करने की घटना से तुलना करने को कहिए।



चित्र 7 (a): तथा (b) ध्वनि के किसी स्रोत से किसी क्षण उससे किसी दूरी पर स्थित क्षेत्र में वायु कणों के घनत्व तथा दाब में क्रमागत परिवर्तन दर्शाते हैं (c) घनत्व तथा दाब में होने वाले परिवर्तनों के संगत ग्राफ़ीय चित्रण

शिक्षक इस तथ्य पर अवश्य बल दें कि संपीडन वह क्षेत्र है जिसमें वायु दाब उच्च होता है या दिये गए आयतन में अधिक संख्या में वायु के कण संकुलित होते हैं (अर्थात् इस क्षेत्र में वायु के कणों का घनत्व अधिक होता है)। इसके विपरीत विरलन कम दाब का क्षेत्र होता है या इसमें दिये गए क्षेत्र में कम संख्या में वायु कण संकुलित होते हैं। इस प्रकार ध्वनि संचरण की कल्पना किसी माध्यम में घनत्व अथवा दाब में परिवर्तन के रूप में की जा सकती है। तथापि यह सदैव स्मरण रखना आवश्यक है कि यह परिवर्तन अकस्मात् न होकर क्रमागत होते हैं।

माध्यम के कणों के घनत्व अथवा दाब में होने वाले परिवर्तनों को प्रायः ग्राफ द्वारा निरूपित किया जाता है। चित्र 7 (c) में प्रदर्शित ग्राफ घनत्व या दाब में होने वाले परिवर्तनों को दर्शाता है। समान्यतया दाब या घनत्व के औसत मान से अधिक मानों को धनात्मक माना जाता है जबकि उच्चतम दाब या घनत्व अर्थात् अधिकतम संपीडन को शिखर मान के तुल्य लिया जाता है। इसी प्रकार औसत घनत्व (या दाब) से कम मानों को ऋणात्मक माना जाता है। स्पष्ट है कि अधिकतम विरलन न्यूनतम घनत्व के संगत होता है तथा इसे वक्र के निम्नतम बिन्दु द्वारा दर्शाया जाता है। वक्र में अधिकतम संपीडन की स्थिति अर्थात् वक्र के शीर्ष बिन्दु को श्रृंग कहा जाता है जबकि अधिकतम विरलन की स्थिति अर्थात् वक्र के निम्नतम बिन्दु को गर्त कहा जाता है।

ध्वनि तरंग के ग्राफीय स्वरूप की विवेचना

किन्हीं दो क्रमागत श्रृंगों अथवा गर्तों के बीच की दूरी को तरंग की तरंगदैर्घ्य, λ , कहते हैं। ध्यान दीजिये कि यह दूरी कंपमान स्वरित्र द्विभुज की भुजाओं द्वारा एक कंपन पूरा करने में तय की गई दूरी के तुल्य है। तरंग की गति की दिशा में किसी बिन्दु से एक सेकंड में गुजरने वाले संपीडनों (या विरलनों) की संख्या को आवृत्ति, ν , कहते हैं। इसका अर्थ है कि एक सेकंड में तरंग द्वारा तय की गई दूरी इसकी आवृत्ति तथा तरंगदैर्घ्य के गुणनफल के बराबर होगी। इस प्रकार किसी तरंग की चाल, ν , उसकी तरंगदैर्घ्य (λ) तथा आवृत्ति (ν) के गुणनफल के बराबर होती है अर्थात् $\nu = \nu\lambda$ ।

प्रकाश की भांति ध्वनि भी किसी द्रव या ठोस सतह से परावर्तित होती है। ध्वनि का परावर्तन भी प्रकाश के परावर्तन के नियमों के अनुसार ही होता है। यदि परावर्तक सतह दृढ़ तथा चिकनी हो तो ध्वनि का परावर्तन अधिक स्पष्ट होता है। अतः ध्वनि का परावर्तन निदर्शित करने के लिए हार्डबोर्ड की पालिश की गई शीट या काँच की शीट का उपयोग किया जा सकता है। निम्नलिखित क्रियाकलाप को करके यह स्थापित किया जा सकता है कि ध्वनि के लिए भी आपतन कोण तथा परावर्तन कोण परस्पर बराबर होते हैं।

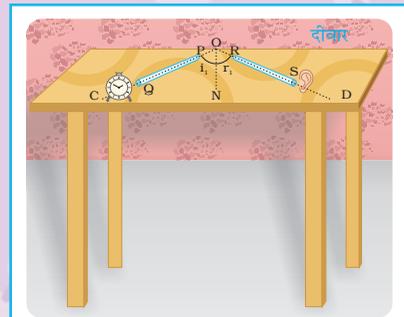
क्रियाकलाप- 5

उद्देश्य:

ध्वनि के परावर्तन के नियमों का सत्यापन

विधि:

- विद्यार्थियों को चित्र 8 के अनुसार प्लास्टिक के दो पाइप PQ तथा RS व्यवस्थित करने को कहिए। यदि प्लास्टिक के पाइप उपलब्ध न हों तो उन्हें चार्ट पेपर या अखबार को मोड़कर भी बनाया जा सकता है। पाइपों कि लंबाई तथा व्यास क्रमशः 50 से 75 cm तथा 5 से 10 cm तक हो सकते हैं। जिस मेज पर पाइपों को रखकर क्रियाकलाप किया जाना है उसकी ऊपरी सतह क्षैतिज होनी चाहिए। मेज को किसी चिकनी एवं सपाट दीवार से सटाकर रखिए। यह सुनिश्चित कीजिये कि मेज के तल पर खींची रेखा ON दीवार के पृष्ठ के लंबवत् है (चित्र 8)।
- अब विद्यार्थियों से पाइप PQ के दीवार से परे स्थित खुले सिरे Q के निकट एक अलार्म घड़ी रखने को कहिए (अलार्म घड़ी के स्थान पर कंपन विधा में सेट किए गए मोबाइल फोन का भी उपयोग किया जा सकता है)। कोण QON आपतन कोण ($\angle i_1$) होगा।
- रेखा ON के अनुदिश थर्मोकॉल की एक शीट को ऊर्ध्वाधर रखिए ताकि अलार्म घड़ी (या मोबाइल फोन) की टिक-टिक की ध्वनि पाइप RS के खुले सिरे S तक सीधे न पहुँच पाये। इसके लिए पुस्तकों की तह लगाकर बनी ढेरी का भी उपयोग किया जा सकता है।



चित्र 8: ध्वनि के परावर्तन के नियम के सत्यापन के लिए प्रायोगिक व्यवस्था

- विद्यार्थियों को अपने कान को पाइप RS के खुले सिरे के निकट रखकर अलार्म घड़ी की टिक – टिक की ध्वनि (अथवा कंपन विधा में सेट किए गए मोबाइल फोन के कंपनों की ध्वनि) को पाइप RS के माध्यम से सुनने को कहिए। क्या उन्हें कोई ध्वनि सुनाई देती है? अब उन्हें पाइप के R सिरे की स्थिति में बिना कोई परिवर्तन किए पाइप RS को इस प्रकार समायोजित करने को कहिए कि वह पाइप RS से होते हुये घड़ी की टिक-टिक की ध्वनि स्पष्टतः सुन सकें। पाइप RS के S सिरे की उस स्थिति को अंकित करने को कहिए जब उन्हें घड़ी की ध्वनि तीव्रतम सुनाई देती है। इस स्थिति में कोण NOS परावर्तन कोण ($\angle r_1$) है।
- विद्यार्थियों को दो या तीन भिन्न आपतन कोणों के लिए उपरोक्त चरणों को उसी क्रम में दोहरा कर प्रत्येक प्रकरण के लिए संगत परावर्तन कोण मापने के लिए कहिए। वह अपने प्रेक्षणों को उपर्युक्त सारणी के रूप में लिखकर प्रत्येक स्थिति के लिए आपतन कोण ($\angle i$) तथा परावर्तन कोण ($\angle r$) की तुलना कर सकते हैं।
- विद्यार्थियों को उनके द्वारा एकत्र किए गये आँकड़ों का विश्लेषण करके दोनों कोणों में संबंध स्थापित करने को कहिए।
- क्या विद्यार्थी पाते हैं कि $\angle i \cong \angle r$ अर्थात ध्वनि तरंग के लिए आपतन व परावर्तन कोण लगभग बराबर होते हैं? यदि ऐसा है तो उन्होने ध्वनि के लिए परावर्तन के एक नियम को स्थापित कर लिया है क्योंकि उनके परिणाम अपेक्षित त्रुटियों की सीमा में हैं।
- अब विद्यार्थियों को पाइप RS के सिरे S को इस प्रकार ऊपर उठाने को कहिए कि सिरा S अपने अंकित स्थान से ऊर्ध्वाधरतः ऊपर रहे अर्थात पाइप RS के विन्यास में कोई परिवर्तन न हो। क्या वह अब भी पाइप RS से होकर एलार्म घड़ी की टिक –टिक की ध्वनि (या मोबाइल फोन के कंपनों की ध्वनि) सुन सकते हैं? यदि उनके उत्तर हाँ है तो उन्हें पाइप के सिरे S को थोड़ा और ऊपर उठाने को कहिए। पाइप RS के सिरे S को ऊपर उठाने पर यह पाया जाएगा कि पाइप RS से होकर आती हुई टिक –टिक की ध्वनि (या मोबाइल फोन के कंपनों की ध्वनि) या तो सुनाई नहीं देगी अथवा वह बहुत क्षीण होगी। इसका कारण यह है कि इस स्थिति में पाइप RS (अर्थात परावर्तित ध्वनि पथ) उसी पृष्ठ (तल) में नहीं है जिसमें पाइप PQ (आपतित ध्वनि पथ) तथा परावर्तक सतह (दीवार) पर आपतन बिन्दु O पर अभिलम्ब ON स्थित है। इससे परावर्तन के अन्य नियम की स्थापना हो जाती है जिसके अनुसार आपतित ध्वनि का पथ परावर्तक पृष्ठ के आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब तथा परवर्तित ध्वनि का पथ तीनों एक ही पृष्ठ (तल) में स्थित होते हैं।

ज्ञानवर्धक सामग्री

इस क्रियाकलाप में अत्यंत न्यून तीव्रता की ध्वनि सुनने की आवश्यकता पड़ती है। अतः यह आवश्यक है कि इस क्रियाकलाप को ऐसे परिवेश में किया जाये जहां कोई शोर न हो। अच्छा होगा यदि कमरे में चल रहे पंखे बन्द कर दिए जाएँ। यह अत्यंत महत्वपूर्ण है कि ध्वनि का स्रोत ऐसा हो जो स्पष्ट तथा पृथक – पृथक (जैसे टिक –टिक) ध्वनि उत्पन्न करता हो। साथ ही इस क्रियाकलाप के लिए एक ही व्यास के पाइपों का उपयोग करने की सलाह भी दी जाती है। उपयोग किए जाने वाले पाइपों की लंबाई अधिक तथा व्यास कम होना चाहिए तथा उनकी भीतरी सतह खुरदरी होनी चाहिए जिससे अवांछित ध्वनियों से बचा जा सके।

आकलन

1. क्रियाकलाप 5 को करने में अधिक लंबाई परंतु कम व्यास के पाइपों का उपयोग करने को वरीयता देने की सलाह क्यों दी जाती है?
2. आप ध्वनि के परावर्तन का अध्ययन करने के लिए किस प्रकार की सतह (पृष्ठ) का उपयोग करना पसंद करेंगे (a) लकड़ी का चिकना बोर्ड या (b) थर्मोकॉल की शीटा। अपने उत्तर का कारण बताइए।
3. ध्वनि के परावर्तन का अध्ययन करने के लिए आपको कम तीव्रता की ध्वनि उत्पन्न करने वाले स्रोत का उपयोग करने की आवश्यकता क्यों होती है?
4. परावर्तित ध्वनि को स्पष्ट एवं पृथक - पृथक सुनने के लिए आप पाइप में क्या परिवर्तन करना चाहेंगे ?



प्रकाश: परावर्तन तथा अपवर्तन

परिचय

हम सभी दर्पणों तथा लेंसों के बारे में जानते हैं तथा विभिन्न क्षेत्रों में उनके उपयोगों से भी परिचित हैं। प्रकाश के परावर्तन तथा अपवर्तन के नियम दर्पणों और लेंसों द्वारा बनाए जाने वाले प्रतिबिंबों के निर्धारण के लिए आधार प्रदान करते हैं। इस मॉड्यूल में उन धारणाओं पर विस्तार से चर्चा करने का प्रयास किया गया है जिन्हें समझने में प्रायः विद्यार्थी कठिनाई का अनुभव करते हैं।

प्रमुख संकल्पनाएँ

- परावर्तन के नियम सार्वत्रिक हैं और समतल तथा वक्रित सभी पृष्ठों के लिए मान्य हैं।
- गोलीय दर्पण के पृष्ठ के किसी भी बिन्दु को वक्रता केन्द्र से जोड़ने वाली रेखा पृष्ठ के उस बिन्दु पर अभिलम्ब होती है।
- अवतल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब वास्तविक अथवा आभासी हो सकता है। किसी समतल दर्पण या उत्तल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब सदैव आभासी होता है।
- गोलीय दर्पण द्वारा बने प्रतिबिंब का साइज़ और उसकी प्रकृति बिंब की दर्पण के सापेक्ष स्थिति पर निर्भर करती है।
- प्रकाश के एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करने पर उसकी चाल में होने वाले परिवर्तन के कारण प्रकाश का अपवर्तन होता है।
- किन्हीं दिए गए माध्यमों के युग्म का अपवर्तनांक इन माध्यमों में प्रकाश की चाल के अनुपात द्वारा व्यक्त किया जाता है।
- उत्तल लेंस द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब वास्तविक अथवा आभासी हो सकता है जबकि अवतल लेंस द्वारा बनाया गया प्रतिबिंब सदैव आभासी होता है।
- दर्पणों और लेंसों के संदर्भ में, दूरियाँ मापने के लिए नयी कार्तीय चिह्न परिपाटी का पालन किया जाता है।
- किसी लेंस पर गिरने वाली प्रकाश किरणों के अभिसरित या अपसरित होने की मात्रा को उसकी क्षमता के रूप में व्यक्त किया जाता है।
- किसी प्रतिबिंब का आवर्धन प्रतिबिंब के साइज़ तथा बिंब के साइज़ के अनुपात द्वारा ज्ञात किया जाता है।
- मानव नेत्र का लेंस वस्तुओं के वास्तविक प्रतिबिंब को रेटिना पर बनाने में सहायक होता है।
- निकट दृष्टिदोष के संशोधन के लिए उचित क्षमता के अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है।
- दीर्घ दृष्टिदोष के संशोधन के लिए उचित क्षमता के उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है।

अपेक्षित पूर्व ज्ञान

- किसी दिए गए माध्यम में प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है।
- दर्पणों तथा लेंसों में अन्तर।
- परावर्तन के नियम।
- किसी समतल दर्पण, अवतल दर्पण तथा उत्तल लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना।
- वास्तविक प्रतिबिम्ब पर्दे पर प्राप्त किए जा सकते हैं जबकि आभासी प्रतिबिम्ब पर्दे पर प्राप्त नहीं किए जा सकते।
- मानव नेत्र की संरचना।

आदान-प्रदान कार्यनीति

अवतल तथा उत्तल दर्पण से प्रकाश का परावर्तन

विद्यार्थियों को गोलीय दर्पणों तथा लेंसों से प्रतिबिम्ब का बनना समझाने के लिए, उन्हें नीचे दिए गए कुछ प्रमुख शब्दों से परिचित कराना वांछनीय होगा।

प्रमुख शब्द

गोलीय दर्पण के पृष्ठ को खोखले गोले के एक भाग के रूप में माना जा सकता है। इस गोले के केन्द्र को गोलीय दर्पण का **वक्रता केंद्र** कहते हैं। दर्पण के सभी बिंदु वक्रता केन्द्र से समान दूरी पर होते हैं। यह दूरी उसकी **वक्रता त्रिज्या** कहलाती है। गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ के ज्यामितीय केन्द्र को इसका **ध्रुव** कहते हैं (लेंसों के लिए, द्वि-उत्तल या द्वि-अवतल लेंस का ज्यामितीय केन्द्र उसका **प्रकाशिक केंद्र** कहलाता है)। गोलीय दर्पण (या लेंस) के ध्रुव (या प्रकाशिक केन्द्र) और इसके वक्रता केन्द्र को मिलाने वाली रेखा इसकी **मुख्य अक्ष** कहलाती है। अवतल दर्पणों में कोई किरण जो इसके वक्रता केन्द्र से होकर गुजरती है या इसके वक्रता केन्द्र से गुजरती हुई प्रतीत होती है, दर्पण से परावर्तन के पश्चात अपने उसी पथ पर वापस लौट आती है। तथापि, लेंसों में प्रकाशिक केन्द्र वह बिंदु है जिससे होकर गुजरने वाली आपतित किरण बगैर किसी विचलन के आगे चली जाती है। गोलीय दर्पण (अवतल / उत्तल) का **मुख्य फोकस** मुख्य अक्ष पर वह बिंदु है जिससे होकर मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश किरणें दर्पण से परावर्तन के पश्चात गुजरती हैं या गुजरती हुई प्रतीत होती हैं। किसी गोलीय दर्पण की **फोकस दूरी** इसके ध्रुव तथा मुख्य फोकस के बीच की दूरी है। छोटे द्वारकों के गोलीय दर्पणों में मुख्य फोकस ध्रुव तथा वक्रता केन्द्र के मध्य में होता है। गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ की वृत्ताकार सीमा रेखा का व्यास इसका **द्वारक** कहलाता है।

किसी गोलीय लेंस(द्वि-उत्तल / द्वि-अवतल) का **मुख्य फोकस** मुख्य अक्ष पर वह बिंदु है जिससे होकर मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश किरण लेंस से अपवर्तन के पश्चात गुजरती है (उत्तल लेंस के लिए) या उस बिंदु से आती हुई प्रतीत होती है (अवतल लेंस के लिए)। किसी लेंस के प्रकाशिक केन्द्र तथा मुख्य फोकस के बीच की दूरी को उसकी फोकस दूरी कहते हैं।

दर्पणों तथा लेंसों के साथ क्रियाकलाप

विद्यार्थियों को लेंसों तथा दर्पणों से परिचित कराने के लिए शिक्षक / शिक्षिका को उन्हें विभिन्न प्रकार के दर्पणों तथा लेंसों से खेलने के अवसर प्रदान करने चाहिए। शिक्षक दर्पणों तथा लेंसों द्वारा बनाए गए वस्तुओं के प्रतिबिम्बों (उनके अपने प्रतिबिम्ब सहित) को देखने के लिए उनका मार्गदर्शन करें। वे उन्हें दर्पणों तथा लेंसों का उपयोग करके भली भांति प्रकाशित वस्तुओं के वास्तविक प्रतिबिम्बों को पर्दे पर बनाने के लिए प्रोत्साहित कर सकते हैं। वे उन्हें किरण आरेख बनाने के लिए भी कहें और

दर्पणों तथा लेंसों के मुख्य फोकस को ज्यामितीय विधि से पता लगाने के लिए भी कहें। यह अपेक्षा की जाती है कि शिक्षक बोर्ड पर किरण आरेख खींचेंगे और विद्यार्थियों को भी ऐसा करने के लिए प्रोत्साहित करेंगे।

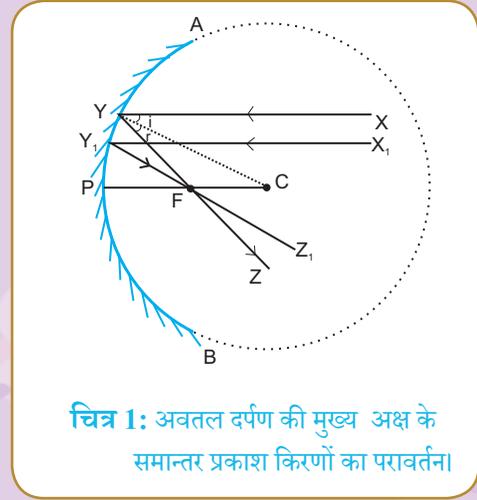
क्रियाकलाप- 1

उद्देश्य:

किसी अवतल दर्पण के मुख्य अक्ष के समान्तर विभिन्न आपतित किरणों के संगत परावर्तित किरणों को खींचना और मुख्य फोकस की स्थिति ज्ञात करना।

विधि:

बिन्दु C को केन्द्र मानकर लगभग 25 – 30 cm त्रिज्या का एक वृत्त खींचिए (अच्छा हो यदि इसे एक बिन्दुकित रेखा से खींचें)। चित्र 1 में दर्शाए अनुसार इस वृत्त के एक भाग AB को लीजिए। चाप AB के इस भाग को गहरा कीजिए। मान लीजिए कि यह अवतल दर्पण को निरूपित करता है। इस चाप के ज्यामितीय केन्द्र को अवतल दर्पण के ध्रुव की तरह चिह्नित कीजिए। रेखा PC दर्पण की मुख्य अक्ष को निरूपित करती है। बिन्दु C अवतल दर्पण का वक्रता केन्द्र है और दूरी PC इसकी वक्रता त्रिज्या है। मुख्य अक्ष (रेखा PC) के समान्तर एक रेखा XY खींचिए। मान लीजिए कि यह रेखा अवतल दर्पण AB के बिन्दु Y पर गिरने वाली प्रकाश किरण को निरूपित करती है। रेखा YC अवतल दर्पण AB के पृष्ठ के बिन्दु Y पर अभिलम्ब को निरूपित करेगी। आपतित किरण XY के लिए $\angle XYZ$ आपतन कोण, (i), है। इस कोण को मापिए। परावर्तन के नियमों के अनुसार, अभिलम्ब के साथ कोण i पर आपतित कोई किरण अभिलम्ब के दूसरी ओर आपतन कोण के बराबर कोण बनाते हुए परावर्तित होगी। इस प्रकार चित्र 1 में दर्शाए अनुसार रेखा YZ को इस प्रकार खींचिए कि $\angle ZYC = \angle XYZ$ । रेखा YZ आपतित किरण XY के संगत परावर्तित किरण को निरूपित करती है। इस स्थिति में $\angle ZYC$ परावर्तन कोण, r, है। रेखा YZ मुख्य अक्ष PC को बिन्दु F पर काटती है।



चित्र 1: अवतल दर्पण की मुख्य अक्ष के समान्तर प्रकाश किरणों का परावर्तन।

परावर्तित किरणों का पता लगाने की इस विधि को मुख्य अक्ष के समान्तर विभिन्न आपतित किरणों के लिए दोहराया जा सकता है। उदाहरण के लिए चित्र 1 में दर्शाए अनुसार रेखा Y_1, Z_1 , आपतित किरण X_1, Y_1 , के लिए परावर्तित किरण को निरूपित करती है। चित्र से यह भी देखा जा सकता है कि परावर्तित किरण Y_1, Z_1 , भी मुख्य अक्ष PC को बिंदु F पर काटती है। विद्यार्थियों को दर्पण की मुख्य अक्ष के समान्तर कुछ अन्य आपतित किरणों के लिए भी इसे सत्यापित करने के लिए कहें।

इस क्रियाकलाप से यह स्पष्ट होगा कि मुख्य अक्ष के समान्तर सभी आपतित किरणें अवतल दर्पण से परावर्तन के पश्चात बिंदु F से होकर गुजरती हैं। यह बिंदु F दर्पण का मुख्य फोकस है। विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता की जाए कि उत्तल दर्पण के मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली आपतित किरणों के संगत परावर्तित किरणें इसके मुख्य फोकस से अपसरित होती प्रतीत होती हैं।

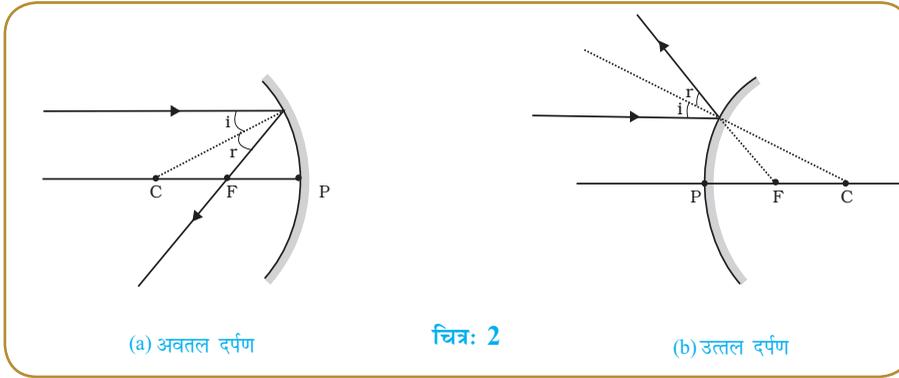
इस अवसर पर शिक्षक विद्यार्थियों से पूछ सकते हैं कि यदि प्रकाश की किरणें अवतल दर्पण के फोकस से उत्पन्न होती हैं तो परावर्तित किरणों का क्या होगा। इसको समझने के लिए शिक्षक विद्यार्थियों से अवतल दर्पण के फोकस पर प्रकाश का एक बिंदु स्रोत रखे होने की कल्पना करने को कह सकते हैं। इस स्रोत से निकलने वाली सभी किरणें दर्पण से परावर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर होंगी। यदि फोकस बिंदु से परे किसी भी स्थान पर आप कोई पर्दा रखते हैं तो आप उस पर प्रकाश का एक धब्बा देख पाएंगे। यदि दर्पण के सापेक्ष पर्दे को आगे पीछे खिसकाया जाए तो प्रकाश के धब्बे के साइज में कोई परिवर्तन नहीं होगा। इस संदर्भ में वाहनों या टॉर्च के अग्रदीपों (हैडलाइटों) के परावर्तकों का उदाहरण भी दिया जा सकता है जिनमें प्रकाश स्रोत फोकस के अत्यंत समीप रखा जाता है।

दर्पण के ध्रुव से फोकस की दूरी (चित्र 1 में, PF) इसकी फोकस दूरी (f) कहलाती है। विद्यार्थियों को सम्बंध $PF = FC$ को जांचने के लिए भी कहा जा सकता है। अर्थात्, दर्पण की फोकस दूरी इसकी वक्रता त्रिज्या की आधी होती है, अथवा $f = R/2$ ।

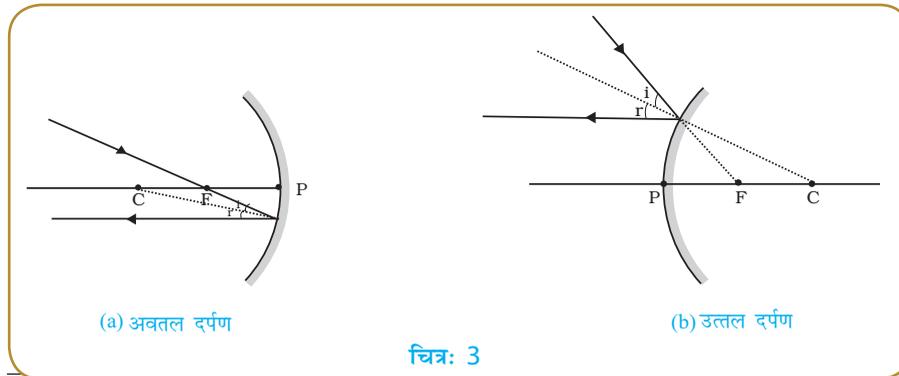
गोलीय दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब का स्थान-निर्धारण

शिक्षक विद्यार्थियों को अवगत करा सकते हैं कि गोलीय दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब का स्थान निर्धारण किरण आरेखों द्वारा भी किया जा सकता है। विद्यार्थियों को यह भी समझ लेना चाहिए कि जब कोई बिंब अवतल दर्पण के सामने रखा जाता है तो बिंब के प्रत्येक बिंदु से अनन्त किरणें उत्पन्न होती हैं। बिंब के किसी भी बिंदु से निकलने वाली सभी किरणें दर्पण से परावर्तन के पश्चात एक ही बिंदु से गुजरती हैं या गुजरती हुई प्रतीत होती हैं, जो कि बिंब के उस बिंदु का प्रतिबिंब है। तथापि, किसी किरण आरेख में, विचाराधीन बिंब के किसी बिंदु के प्रतिबिंब के स्थान-निर्धारण के लिए केवल कुछ किरणों पर ही विचार करना सुविधाजनक होता है। इन किरणों को इस प्रकार चुना जाता है कि दर्पण से परावर्तन के पश्चात उनकी दिशा को जानना आसान हो। कम से कम दो परावर्तित किरणों के प्रतिच्छेदन से किसी बिंदु बिंब के प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात की जा सकती है। (कुछ स्थितियों में, परावर्तित किरणें वास्तव में नहीं मिलती लेकिन परावर्तित किरणों को पीछे बढ़ाने पर किसी बिन्दु पर मिलती हुई प्रतीत होती हैं।) यहाँ पर शिक्षक क्रियाकलाप-1 का स्मरण करा सकते हैं जिसमें विद्यार्थियों ने अवतल दर्पण की मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित किरणों के संगत परावर्तित किरणों के मार्ग का अनुरेखण किया था।

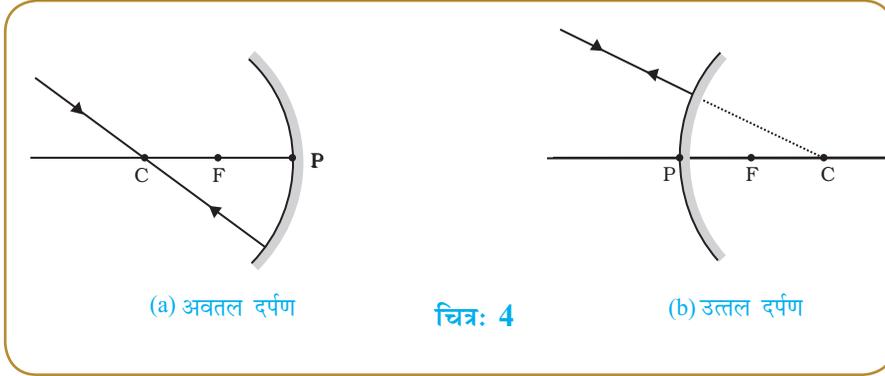
अवतल और उत्तल दर्पणों में सुविधापूर्वक प्रतिबिंब निर्माण दर्शाने के लिए चुनी जा सकने वाली कुछ किरणों का परावर्तन नीचे दर्शाया गया है। आइए, अवतल तथा उत्तल दर्पण पर आपतित किरणों के संगत परावर्तित प्रकाश किरणों की कुछ स्थितियों पर विचार करें।



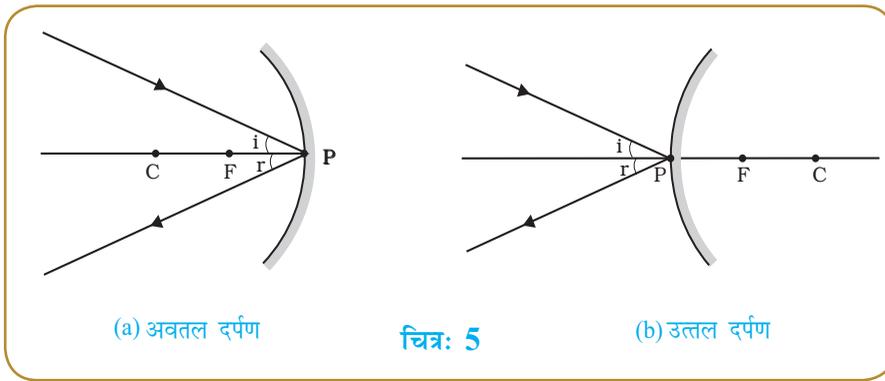
(1). मुख्य अक्ष के समान्तर कोई आपतित किरण, अवतल दर्पण से परावर्तन के पश्चात उसके मुख्य फोकस से होकर गुजरती है [चित्र 2(a)] जबकि उत्तल दर्पण से परावर्तन के पश्चात दर्पण के मुख्य फोकस से अपसरित होती प्रतीत होती है [चित्र 2(b)]।



(2). अवतल दर्पण के मुख्य फोकस से गुजरने वाली कोई किरण [चित्र 3(a)] अथवा उत्तल दर्पण के मुख्य फोकस की ओर निर्देशित कोई किरण [चित्र 3(b)] परावर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर होती जाती है।



(4). अवतल दर्पण के वक्रता केन्द्र से गुजरने वाली कोई आपतित किरण [चित्र 4(a)] अथवा उत्तल दर्पण के वक्रता केन्द्र की ओर जाने वाली किरण [चित्र 4(b)] उसी पथ के अनुदिश परावर्तित हो जाती है।



(5). अवतल दर्पण अथवा उत्तल दर्पण के ध्रुव की ओर मुख्य अक्ष से तिर्यक दिशा में आपतित किरण तिर्यक दिशा में ही मुख्य अक्ष से समान कोण बनाते हुए परावर्तित होती है (चित्र 5)।

इन किरणों के परावर्तन को किरण पुंज उपकरण (ray streaks apparatus) की सहायता से दिखलाया जा सकता है। (यह उपकरण प्रायः विज्ञान किट के साथ मिलता है)।

शिक्षक विद्यार्थियों को बिम्ब की विभिन्न स्थितियों के लिए अवतल तथा उत्तल दर्पणों के द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब के लिए किरण आरेख खींचने का गृह कार्य दे सकते हैं। इस कार्य को ऊपर दी गई चार किरणों में से किन्हीं दो का उपयोग कर के किया जा सकता है। जब किसी जलती हुई मोमबत्ती को अवतल दर्पण के वक्रता केन्द्र और मुख्य फोकस के बीच में रखा जाता है तो अवतल दर्पण द्वारा बनाए गए प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त करने के लिए विद्यार्थियों द्वारा निम्नलिखित क्रियाकलाप किया जा सकता है।

ज्ञानवर्धक सामग्री:

क्रियाकलाप- 2 को करने से पहले शिक्षक विद्यार्थियों की अवतल दर्पण की सन्निकट फोकस दूरी f ज्ञात करने में सहायता कर सकते हैं। इसे किसी दूरस्थ वस्तु (जैसे सूर्य या कोई पेड़ या इमारत) का तीक्ष्ण प्रतिबिंब दीवार पर या किसी पर्दे पर प्राप्त करके, पर्दे और दर्पण की दूरी माप कर किया जा सकता है। अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या R इसकी फोकस दूरी f को दोगुना करके प्राप्त की जा सकती है। अब शिक्षक विद्यार्थियों से नीचे दिए गए क्रियाकलाप – 2 को करने के लिए कह सकते हैं।

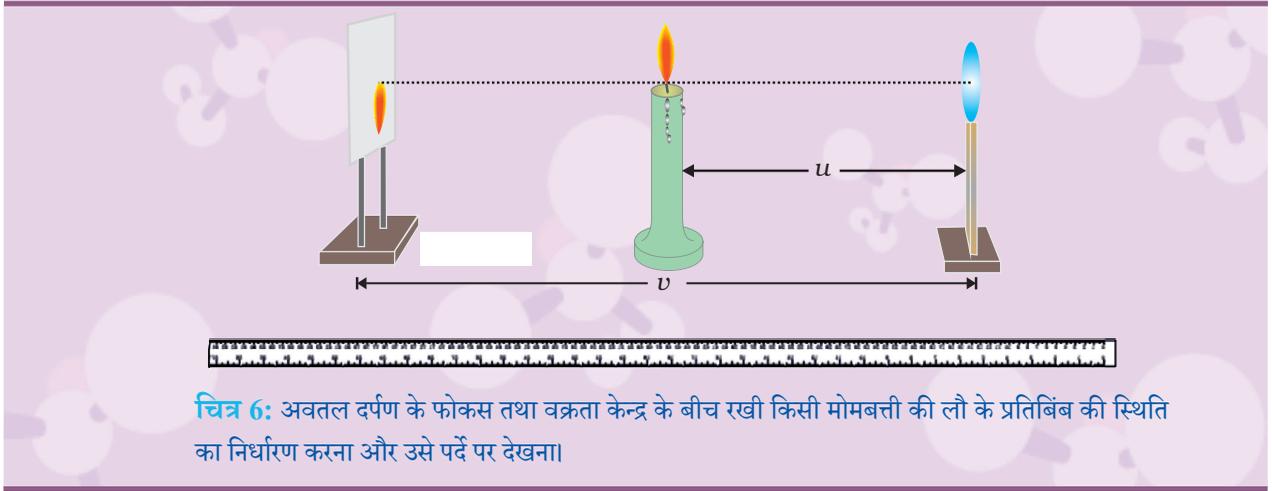
क्रियाकलाप- 2

उद्देश्य: किसी अवतल दर्पण के मुख्य फोकस तथा वक्रता केन्द्र के बीच रखी किसी मोमबत्ती की लौ के प्रतिबिंब का स्थान-निर्धारण करना।

विधि:

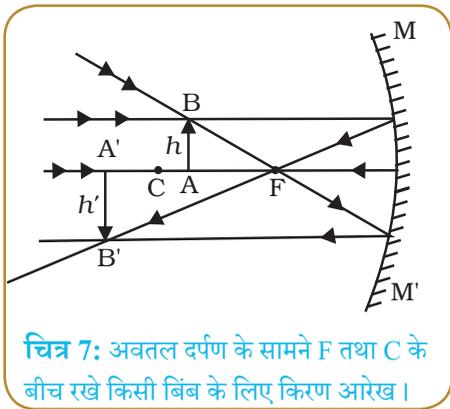
- विद्यार्थियों को दिए गए अवतल दर्पण की सन्निकट फोकस दूरी ज्ञात करने में सहायता कीजिए।

- दर्पण को मेज़ के किनारे के समीप ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखिए।
- एक छोटी मोमबत्ती को स्टैंड पर ऊर्ध्वाधर रखिए और इसे जलाइए। इसे अवतल दर्पण के सामने इसके फोकस तथा वक्रता केन्द्र के बीच में रखिए (चित्र 6)। अवतल दर्पण के केन्द्र तथा मोमबत्ती की लौ को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि वे एक ही ऊँचाई पर हों। यहाँ पर हम मोमबत्ती की लौ को बिंब की तरह मानेंगे।
- मोमबत्ती के पीछे कोई पर्दा रखिए। इसकी स्थिति को तब तक समायोजित कीजिए जब तक कि मोमबत्ती की लौ का तीक्ष्ण प्रतिबिंब पर्दे पर न बन जाए। मोमबत्ती की लौ तथा इसके प्रतिबिंब के साइज़ को नोट कीजिए।
- किसी मीटर पैमाने की सहायता से दर्पण और मोमबत्ती तथा दर्पण और पर्दे के बीच की दूरियों को मापिए।
- फोकस बिंदु F से परे मोमबत्ती की विभिन्न स्थितियों के लिए इस क्रियाकलाप को दोहराइए।



ज्ञानवर्धक सामग्री

यह महत्वपूर्ण है कि लौ टिमटिमाती न हो। पवन लौ में विक्षोभ उत्पन्न न कर पाए इसके लिए पंखे बंद कर देने चाहिए। इससे यह सुनिश्चित होगा कि पूरे क्रियाकलाप के दौरान लौ के साइज़ में कोई परिवर्तन न हो। बेहतर प्रेक्षणों के लिए क्रियाकलाप को अपेक्षाकृत अंधेरे स्थान पर करना चाहिए।



अब अध्यापक विद्यार्थियों से किन्हीं दो आपतित किरणों का उपयोग करके उपरोक्त स्थिति के लिए किरण आरेख खींचने के लिए कहें (चित्र 7)।

उपरोक्त प्रेक्षणों के आधार पर निम्नलिखित के बारे में बताइए -

- अवतल दर्पण के सापेक्ष पर्दे की स्थिति।
- मोमबत्ती की लौ के वास्तविक साइज़ के मुकाबले में लौ के प्रतिबिंब का साइज़।
- प्रतिबिंब की प्रकृति, वह सीधी है या उल्टी, वास्तविक है या आभासी।

प्रकाश का अपवर्तन

अध्यापक निम्नलिखित क्रियाकलाप को करके प्रकाश के एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने पर मुड़ने की घटना को प्रदर्शित करें।

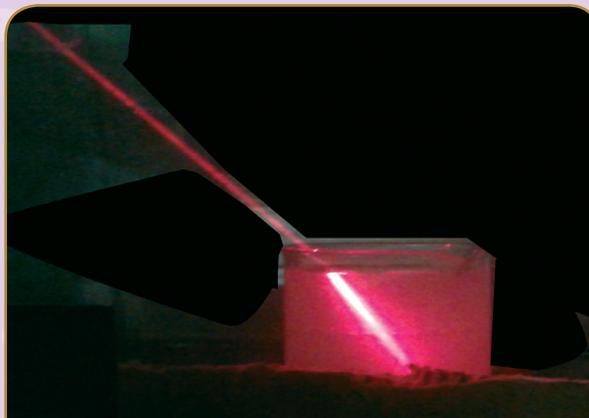
क्रियाकलाप- 3

उद्देश्य : यह दर्शाना कि जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो वह अपने पथ से विचलित हो जाती है।

विधि :

- बीकर या काँच का कोई बर्तन लीजिए और इसके 2/3 भाग को पानी से भरिए। इसमें दूध की 5- 6 बूंदें डालिए।
- बीकर में पानी की सतह के ऊपर धुँआ पैदा करने के लिए एक अगरबत्ती जलाइए।
- अब दूधिया पानी की सतह पर एक लेसर बीम को तिरछा डालिए (चित्र 8)। विद्यार्थियों को वायु में लेसर बीम के रास्ते को देखने के लिए कहिए (जो धुँएँ के कारण दिखाई देता है) और बीकर में दूधिया पानी से होकर लेसर बीम के रास्ते को देखने के लिए कहिए। उनसे यह देखने के लिए कहिए कि जब लेसर बीम दूधिया पानी में प्रवेश करती है तो क्या उसके रास्ते में कोई परिवर्तन होता है।

सावधानी: लेसर बीम को कभी भी किसी की आँखों पर नहीं डालना चाहिए क्योंकि यह आँखों को हानि पहुँचा सकती है।



चित्र 8: दूधिया पानी में प्रवेश करने पर लेसर बीम का मुड़ना।

ज्ञानवर्धक सामग्री

- यदि दूधिया जल में लेसर बीम स्पष्ट दिखाई नहीं देती तो उसमें दूध की कुछ और बूंदें तब तक मिलाइए जब तक कि लेसर बीम स्पष्टतया दृश्य न हो जाए। यह भी ध्यान रखिए कि अधिक दूध मिलाने पर लेसर बीम बहुत स्पष्ट दिखाई नहीं देगी।
- जब लेसर बीम पानी में प्रवेश करती है तो विद्यार्थियों से उसके मुड़ने की दिशा को देखने के लिए कहिए। इसके पश्चात लेसर बीम को बीकर के एक ओर से ऊपर की ओर तिरछी दिशा में डालिए और जब लेसर बीम दूधिया पानी की सतह से ऊपर वायु में निकले तो उसकी दिशा में परिवर्तन नोट करने के लिए कहिए।
- इस क्रियाकलाप के पश्चात शिक्षक प्रकाश के एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करने पर उसके पथ में होने वाले परिवर्तन के कारण पर चर्चा कर सकते हैं।

आकलन

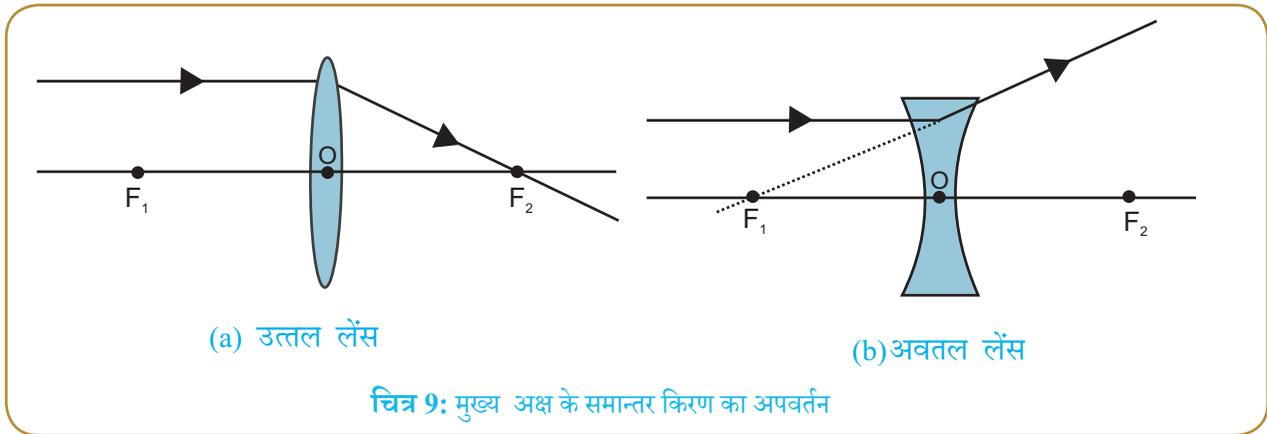
1. लेसर बीम किस ओर मुड़ती है जब यह-
 - (i) वायु से पानी में जाती है ?
 - (ii) पानी से वायु में जाती है ?
2. जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करता है तो यह अपने पथ से क्यों मुड़ता है?

उपरोक्त प्रश्न 2 के उत्तर में शिक्षक यह सुनिश्चित करें कि उनका उत्तर दो माध्यमों में प्रकाश की चाल में होने वाले परिवर्तन पर आधारित हो।

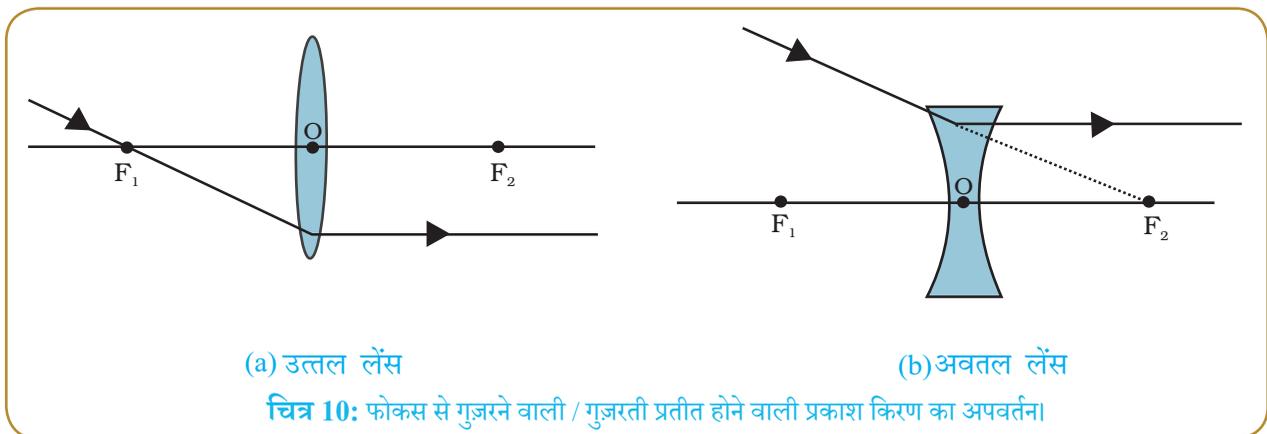
गोलीय लेंस द्वारा बने प्रतिबिंब की स्थिति निर्धारण करना

अवतल तथा उत्तल लेंसों द्वारा बनने वाले प्रतिबिंब के लिए गोलीय दर्पणों की विधि को ही अपनाया जा सकता है। लेंसों के लिए अपवर्तित किरण के पथ को आरेखित करने के लिए सर्वाधिक सुविधाजनक किरणें हैं:

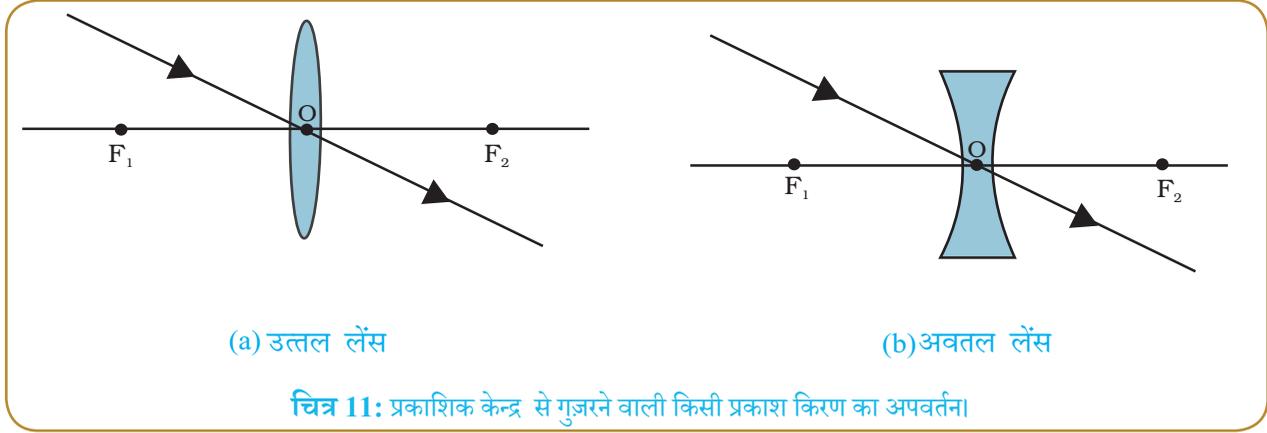
1. मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित प्रकाश की कोई किरण उत्तल लेंस से अपवर्तन के पश्चात लेंस के दूसरी ओर मुख्य फोकस से गुजरती है। [चित्र 9 (a)] अवतल लेंस की स्थिति में ऐसी प्रकाश किरण लेंस के उसी ओर स्थित मुख्य फोकस से अपसरित होती प्रतीत होती है। [चित्र 9 (b)]



2. मुख्य फोकस से गुजर कर उत्तल लेंस पर आपतित कोई किरण अपवर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर निर्गत होगी [चित्र 10(a)]। अवतल लेंस के मुख्य फोकस की ओर जाती प्रतीत होने वाली प्रकाश की कोई आपतित किरण, अपवर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर निर्गत होगी [चित्र 10(b)]।



3. किसी लेंस के प्रकाशिक केन्द्र से गुजरने वाली प्रकाश की कोई किरण अपवर्तन के पश्चात बिना किसी विचलन के निर्गत होती है, चित्र 11(a) और 11(b)।



इन किरणों का अपवर्तन, किरण पुंज उपकरण या लेसर बीम का उपयोग करके भी प्रदर्शित किया जा सकता है। यहाँ भी लेसर बीम के रास्ते को लेंस के दोनों तरफ धुआँ उत्पन्न करके दृश्य बनाया जा सकता है। शिक्षक विद्यार्थियों को लेंस पर आपतित होने वाली लेसर बीम के पथ को आरेखित- करने में सहायता कर सकते हैं और उनसे प्रत्येक स्थिति के लिए किरण आरेख खींचने को कह सकते हैं।

आइए अब एक उत्तल लेंस द्वारा मोमबत्ती का प्रतिबिंब बना कर देखें।

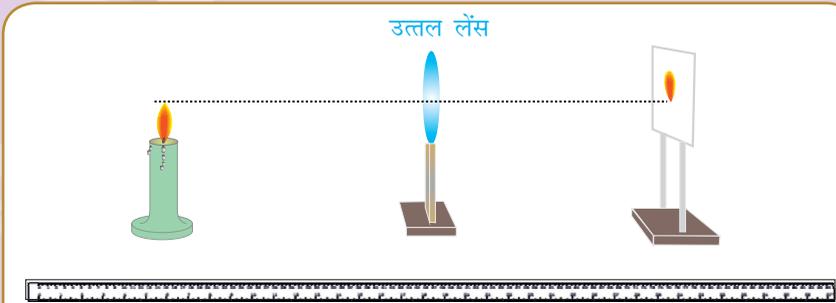
क्रियाकलाप- 4

उद्देश्य : उत्तल लेंस द्वारा एक जलती हुई मोमबत्ती की लौ के प्रतिबिंब की स्थिति का पता लगाना।

विधि :

इसकी विधि क्रियाकलाप 2 में अपनाई गई विधि के समान होगी। शिक्षक विद्यार्थियों को उत्तल लेंस द्वारा बनाए गए मोमबत्ती के प्रतिबिंब को प्राप्त करने में उनका मार्गदर्शन कर सकते हैं। मोमबत्ती की लौ '2f' से दूर रखी गई है। इस स्थिति के लिए निम्न बिन्दुओं पर चर्चा करें।

- उत्तल लेंस के सापेक्ष पर्दे की दूरी कितनी है ? क्या यह पतले उत्तल लेंस की स्थिति में 2f से कम है, 2f से अधिक है या 2f के बराबर है ?
- क्या प्रतिबिंब का साइज़ बिंब (अर्थात मोमबत्ती की लौ) से छोटा है, बड़ा है या बिंब के साइज़ के बराबर है?
- बनाए गए प्रतिबिंब की प्रकृति क्या है? क्या यह वास्तविक है या आभासी है? क्या यह उल्टा है या सीधा है? क्या यह बिंब से बड़ा है या छोटा है ?



चित्र 12: किसी पतले उत्तल लेंस की फोकस दूरी से दुगुनी से अधिक दूरी पर रखी किसी मोमबत्ती की लौ के प्रतिबिंब की स्थिति का पता लगाना

ज्ञानवर्धक सामग्री

शिक्षक इस क्रियाकलाप को लेंस के सापेक्ष जलती हुई मोमबत्ती की विभिन्न स्थितियों (अर्थात मोमबत्ती $2f$ पर, मोमबत्ती f तथा $2f$ के बीच) के लिए दोहराने को कह सकते हैं और ऊपर सुझाए तरीकों से प्रत्येक स्थिति की चर्चा कर सकते हैं।

आकलन

प्रश्न 1. किसी छात्रा के पास एक उत्तल तथा एक अवतल लेंस है। वह बिंब के साइज के बराबर प्रतिबिंब प्राप्त करना चाहती है। क्या वह ऐसा कर सकती है? यदि हाँ तो इस स्थिति की एक स्वच्छ किरण आरेख की सहायता से व्याख्या कीजिए।

प्रश्न 2. 20 cm फोकस दूरी के किसी उत्तल लेंस का उपयोग करके हम किसी बिंब का सीधा प्रतिबिंब प्राप्त करना चाहते हैं। हम ऐसा किस प्रकार कर सकते हैं? किरण आरेख द्वारा व्याख्या कीजिए।

लेंस की क्षमता

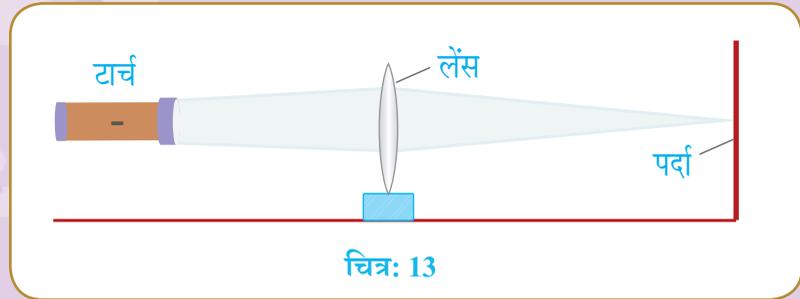
लेंस की क्षमता की संकल्पना को समझाने के लिए किसी कमरे के अन्दर एक तीव्र प्रकाश स्रोत की सहायता से क्रियाकलाप – 5 को किया जा सकता है।

क्रियाकलाप- 5

उद्देश्य : लेंसों द्वारा प्रकाश किरणों को अभिसरित या अपसरित करने की मात्रा (degree) का अध्ययन करना।

विधि :

- विभिन्न फोकस दूरियों के तीन उत्तल लेंस लीजिए।
- एक जलती हुई टॉर्च लीजिए और इसके किरण पुंज (beam) को चित्र 13 में दर्शाए अनुसार किसी उत्तल लेंस पर डालिए।
- प्रकाश स्रोत और पर्दे के बीच में एक एक करके उत्तल लेंसों को लाइए।
- टॉर्च के किरण पुंज को पर्दे पर फोकस कीजिए और पर्दे की स्थिति को तब तक समायोजित कीजिए जब तक कि उस पर एक तीक्ष्ण प्रतिबिंब प्राप्त न हो जाए। प्रत्येक स्थिति में लेंस तथा पर्दे के बीच की दूरी को नोट कीजिए।



अब शिक्षक विद्यार्थियों से यह देखने के लिए कहें कि क्या विभिन्न फोकस दूरी के उत्तल लेंसों में पर्दे तथा लेंस के बीच दूरी में कोई अन्तर है। किस लेंस में अभिसरण अधिकतम है? किस लेंस में यह न्यूनतम है? इस क्रियाकलाप से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कम फोकस दूरी के किसी उत्तल लेंस में अभिसरण का प्रभाव अधिक होता है।

इसी प्रकार का क्रियाकलाप विभिन्न फोकस दूरी के अवतल लेंसों से भी करना चाहिए। चर्चा कीजिए कि आप किसी प्रकाश पुंज का अवतल लेंस से अपवर्तन के पश्चात अपसरण किस प्रकार दर्शाएँगे।

किसी लेंस द्वारा प्रकाश किरणों को अभिसरित या अपसरित करने की मात्रा (degree) को उसकी क्षमता के रूप में व्यक्त किया जाता है। इस प्रकार, किसी लेंस की क्षमता, उस पर आपतित प्रकाश किरणों के अभिसरण या अपसरण की सामर्थ्य को बतलाती है।

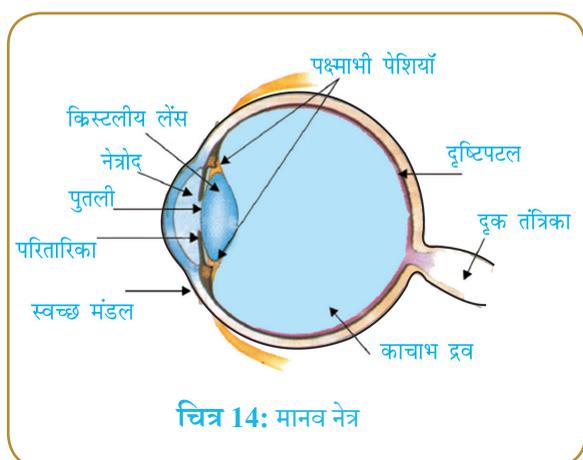
ज्ञानवर्धक सामग्री

- प्रकाश किरण पुंज के पथ को लेंस से अपवर्तन के पहले और बाद में दृश्य बनाने के लिए धुएँ का उपयोग किया जा सकता है।
- इस क्रियाकलाप को करने के लिए टॉर्च के स्थान पर सूर्य के प्रकाश का कोई किरण पुंज या दो लेसर बीम भी उपयोग में लाई जा सकती हैं।

मानव नेत्र तथा

इसकी समंजन क्षमता

मानव नेत्र एक कैमरे की भांति है। नेत्र में प्रवेश करने वाली प्रकाश किरणों का अधिकांश अपवर्तन कॉर्निया के बाहरी पृष्ठ पर होता है। क्रिस्टलीय लेंस विभिन्न दूरियों पर रखी वस्तुओं को रेटिना पर फोकसित करने



चित्र 14: मानव नेत्र

के लिए अपनी फोकस दूरी में सूक्ष्म समायोजन करता है। अभिनेत्र लेंस रेशोदार जेली जैसे पदार्थ का बना होता है। इसकी वक्रता में कुछ सीमाओं तक पक्ष्माभी पेशियों द्वारा परिवर्तन किया जा सकता है। अभिनेत्र लेंस की वक्रता में परिवर्तन होने पर इसकी फोकस दूरी भी परिवर्तित हो जाती है। जब हम दूर की वस्तुओं को देखते हैं, तो पेशियाँ शिथिल होती हैं। इसके कारण लेंस की मोटाई कम हो जाती है और इसकी फोकस दूरी बढ़ जाती है। जब हम आँख के निकट की वस्तुओं को देखते हैं तब पक्ष्माभी पेशियाँ सिकुड़ जाती हैं। इससे अभिनेत्र लेंस की वक्रता बढ़ जाती है। अभिनेत्र लेंस अब मोटा हो जाता है। फलस्वरूप, अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी घट जाती है। इससे हम निकट रखी वस्तुओं को स्पष्ट देख पाते हैं। अभिनेत्र लेंस की वह क्षमता जिसके कारण वह अपनी फोकस दूरी को समायोजित कर लेता है **समंजन** कहलाती है।

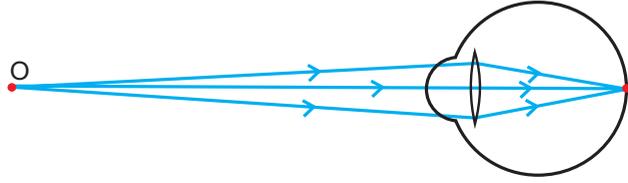
दृष्टि दोष

हमने सीखा कि नेत्र देखने में हमें कैसे सहायता करते हैं। हम यह भी जानते हैं कि नेत्र लेंस और रेटिना के बीच की दूरी स्थिर रहती है। कुछ स्थितियों में नेत्र पेशियों में शिथिल होने और सिकुड़ने के लचीलेपन को खो सकते हैं जिसके कारण नेत्रलेंस में वांछित परिवर्तन नहीं हो पाते। लचीलेपन की यह कमी नेत्र के लेंस की फोकस दूरी को प्रभावी ढंग से बदलने की क्षमता को प्रभावित करती है, अर्थात् इसकी समंजन क्षमता कम हो जाती है। यह विभिन्न प्रकार के दृष्टि दोषों का एक मुख्य कारण है। निकट-दृष्टिता या निकट दृष्टि दोष एवं दूर - दृष्टिता या दीर्घ दृष्टिदोष, दो प्रमुख दृष्टि दोष हैं।

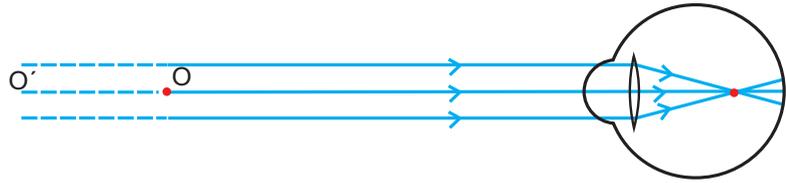
(a) निकट दृष्टि दोष

निकट दृष्टि दोषयुक्त कोई व्यक्ति निकट रखी वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है परन्तु दूर रखी वस्तुओं को वह सुस्पष्ट नहीं देख पाता। इस दोष के उत्पन्न होने के कारण हैं:

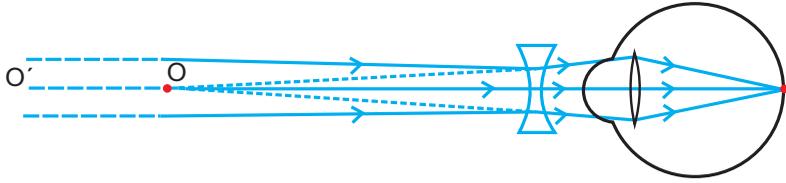
- (i) अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी का कम हो जाना अथवा
- (ii) नेत्र गोलक के आकार में वृद्धि। परिणामस्वरूप, पेशियाँ पूरी तरह से शिथिल होने के बावजूद भी दूर रखी वस्तुओं का सुस्पष्ट प्रतिबिंब (पेशियाँ पूरी तरह शिथिल होने के बावजूद) दृष्टिपटल (रेटिना) पर बनने की बजाय रेटिना के सामने बनता है। वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने के लिए प्रतिबिंब को रेटिना पर बनना चाहिए। ऐसा उपयुक्त क्षमता के अवतल लेंस का उपयोग करके किया जा सकता है।



(a) निकट दृष्टि दोषयुक्त नेत्र का दूर बिन्दु



(b) निकट दृष्टि दोषयुक्त नेत्र द्वारा बनाए गये दूर की वस्तु के प्रतिबिंब की स्थिति



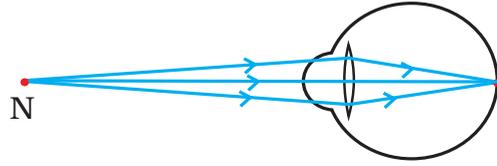
(c) निकट दृष्टि दोष का संशोधन

चित्र 15: निकट – दृष्टि दोषयुक्त नेत्र और इसका संशोधन।

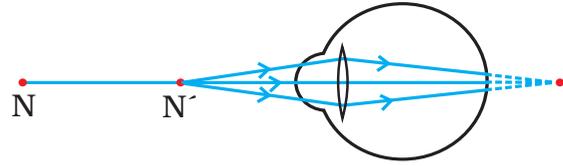
(b) दीर्घ – दृष्टि दोष

दीर्घ दृष्टि दोषयुक्त कोई व्यक्ति दूर की वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है, परन्तु निकट रखी वस्तुओं को सुस्पष्ट नहीं देख पाता। इस दोष के उत्पन्न होने के कारण हैं

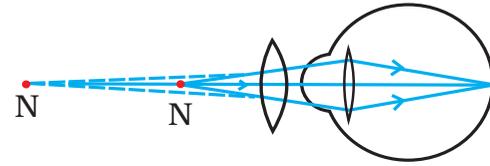
- (i) अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी का अधिक हो जाना अथवा
- (ii) नेत्र गोलक के आकार में हास। परिणामस्वरूप पास रखी वस्तु का स्पष्ट प्रतिबिंब दृष्टिपटल (रेटिना) के पीछे की ओर बनना चाहिए। प्रतिबिंब को रेटिना पर लाने के लिए उपयुक्त क्षमता के उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है।



(a) दीर्घ-दृष्टि दोषयुक्त नेत्र का निकट बिंदु



(b) दीर्घ-दृष्टि दोषयुक्त नेत्र द्वारा बनाए गये पास की वस्तु के प्रतिबिंब की स्थिति



(c) दीर्घ-दृष्टि दोष का संशोधन

चित्र 16: दीर्घ - दृष्टि दोषयुक्त नेत्र और उसका संशोधन

एक अन्य दृष्टि-दोष में जिसे जरा-दूर दृष्टिता कहते हैं, नेत्र की समंजन क्षमता घट जाती है। यह दोष प्रायः वृद्धावस्था में वृद्धि के कारण होता है। इस दोष से ग्रस्त व्यक्ति को निकट की और साथ ही साथ दूर की वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने में कठिनाई होती है। ऐसे व्यक्तियों को अपने दृष्टि-दोष को दूर करने के लिए एक उत्तल तथा साथ ही साथ एक अवतल लेंस की आवश्यकता होती है। यह प्रायः द्विफोकसी लेंसों के उपयोग से किया जाता है। इसका ऊपरी भाग अवतल लेंस होता है और निचला भाग उत्तल लेंस होता है।

ज्ञानवर्धक सामग्री

दृष्टि-दोषों के संशोधनों की व्याख्या करते समय शिक्षक विद्यार्थियों को लेंसों की अभिसरण या अपसरण करने की क्षमता की अवधारणा तथा लेंस की क्षमता के बारे में स्मरण करा सकते हैं।

इन अवधारणाओं का उपयोग मानव नेत्र में प्रतिबिंब के बनने और उनका दृष्टि दोषों में संशोधनों की व्याख्या करने के लिये किया जा सकता है।

भ्रान्तियों का निपटान

- प्रायः लेंस के प्रकाशिक केन्द्र को इसके ज्यामितीय केन्द्र पर स्थित माना जाता है। अक्सर द्वि-अवतल या द्वि-उत्तल लेंसों में उनके दोनों पृष्ठों को समान वक्रता त्रिज्या का माना जाता है। ऐसी स्थितियों में प्रकाशिक केन्द्र लेंस के ज्यामितीय केन्द्र पर होता है। वास्तव में, लेंस का प्रकाशिक

केन्द्र वह बिंदु है जिससे होकर कोई आपतित किरण लेंस से अपवर्तन के पश्चात बगैर विचलन के चली जाती है। यह आवश्यक नहीं कि लेंस का प्रकाशिक केन्द्र इसके ज्यामितीय केन्द्र पर ही स्थित हो।

- किसी अवतल दर्पण द्वारा दूर के बिंब का प्रतिबिंब इसके मुख्य फोकस पर बना माना जाता है। तथापि, जब प्रतिबिंब को किसी पर्दे पर प्राप्त किया जाता है, यह अक्सर मुख्य फोकस की बजाय फोकस तल में बनता है। फोकस तल मुख्य अक्ष के लम्बवत् मुख्य फोकस से गुजरने वाला तल है।
- यह एक सामान्य बोध है कि रेटिना पर वस्तुओं का प्रतिबिंब बनाने में अभिनेत्र लेंस की मुख्य भूमिका होती है। तथापि, नेत्र में प्रवेश करने वाली प्रकाश किरणों का अधिकांश अपवर्तन कॉर्निया के बाहरी पृष्ठ पर होता है। अभिनेत्र लेंस फोकस दूरी में केवल सूक्ष्म समायोजन करता है।

आकलन

प्रश्न 1. एक ही पदार्थ के बने निम्न अवतल लेंसों में से किसकी क्षमता अधिक होगी ? कारण बताइए।



(a)



(b)

प्रश्न 2. वृद्ध व्यक्तियों को प्रायः वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने के लिए द्विफोकसी लेंसों की आवश्यकता क्यों होती है ?

प्रश्न 3. अंतिम पंक्ति में बैठे किसी विद्यार्थी को बोर्ड पढ़ने में कठिनाई होती है। उस दृष्टि दोष का नाम लिखिए जिससे यह विद्यार्थी पीड़ित है। बोर्ड को सुविधापूर्वक पढ़ पाने के लिए विद्यार्थी को इस दोष के निवारण की विधि सुझाइए।

प्रश्न 4. कोई व्यक्ति अखबार पढ़ने में कठिनाई महसूस करता है क्योंकि वह छोटे हुए शब्दों को स्पष्टता से नहीं पढ़ पाता। वह किस प्रकार के दृष्टि दोष से पीड़ित है ? उसे सुविधापूर्वक पढ़ पाने के लिए क्या उपाय करने चाहिए ?

परिचय

विद्युत के बारे में हमारा अनुभव सामान्यतः विद्युत उपकरणों के उपयोग से संबंधित है। वास्तव में, विद्युत आवेशों का प्रवाह है। इस स्तर पर विद्यार्थी दो प्रकार के विद्युत आवेशों तथा उनके गुणों से अवगत हैं। किसी परिपथ में विद्युत धारा का अस्तित्व इसके किसी एक या अधिक प्रभावों से जाना जा सकता है। विद्युत का यह प्रभाव तापीय, चुंबकीय अथवा रासायनिक हो सकता है। तथापि, यहां पर हम अपनी परिचर्चा विद्युत की मौलिक संकल्पनाओं और उसके तापीय प्रभावों तक ही सीमित रखेंगे।

प्रमुख संकल्पनाएँ

- आवेशों के एक निश्चित दिशा में प्रवाह को विद्युत धारा कहते हैं।
- विद्युत धारा का निर्धारण चालक के किसी अनुप्रस्थ काट से इकाई समय में गुजरने वाले आवेशों की मात्रा से किया जाता है।
- किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विद्युत धारा उनके बीच विभवांतर के कारण होती है।
- विद्युत परिपथ, आवेशों के प्रवाह अर्थात् विद्युत धारा के लिए एक बंद पथ प्रदान करता है।
- किसी परिपथ में किन्हीं दो बिंदुओं के बीच विद्युत विभवांतर उस कार्य के समतुल्य है जो इकाई आवेश को एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में किया जाता है।
- किसी धातु के चालक से प्रवाहित विद्युत धारा इसके सिरों के बीच विभवांतर के समानुपाती होती है।
- प्रतिरोध किसी पदार्थ का वह गुण है जिससे आवेशों के प्रवाह में अवरोध उत्पन्न होता है।
- किसी चालक का प्रतिरोध उसकी लंबाई, उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल तथा इसके पदार्थ पर निर्भर करता है।
- प्रतिरोधकता किसी पदार्थ का अभिलाक्षणिक गुणधर्म है।
- वांछित प्रतिरोध को प्राप्त करने के लिए दो या इससे अधिक प्रतिरोधकों का संयोजन किया जा सकता है।
- प्रतिरोधकों के श्रेणीक्रम संयोजन में सभी प्रतिरोधकों से समान धारा प्रवाहित होती है।
- प्रतिरोधकों के पार्श्वक्रम संयोजन में प्रत्येक प्रतिरोधकों के सिरों के बीच विभवांतर समान होता है।
- किसी विद्युत परिपथ में किसी स्रोत की विद्युत ऊर्जा उसमें विद्यमान प्रतिरोधकों में ऊष्मा के रूप में क्षयित होती है। यह क्षयित ऊर्जा विभवान्तर (V), धारा (I) एवं समय (t) के गुणनफल के समतुल्य होती है।
- विद्युत ऊर्जा को किलो वाट घंटा (kWh) में व्यक्त किया जाता है। 1 kWh, 3.6×10^6 जूल के समतुल्य होती है।

आवश्यक पूर्वज्ञान

- इकाई समय में क्षयित विद्युत ऊर्जा विद्युत शक्ति की माप होती है।
1. आवेशों के प्रकार तथा उनके बीच अन्योन्य क्रिया।
 2. सरल विद्युत परिपथों एवं उनके अवयवों के बारे में ज्ञान।
 3. सेल (या बैटरी) विद्युत धारा का एक स्रोत है जो विद्युत परिपथ में किन्हीं दो सिरों के बीच विभवान्तर उत्पन्न करता है।
 4. कुछ पदार्थ विद्युत धारा के सुचालक होते हैं और कुछ कुचालक होते हैं।
 5. विद्युत धारा के तापीय प्रभाव की धारणाएँ।

आदान-प्रदान की कार्यनीति

1. किसी सेल में हो रही रासायनिक अभिक्रिया के कारण किसी एक इलेक्ट्रोड पर ऋणात्मक (या धनात्मक) आवेशों की अधिकता हो जाती है और दूसरे इलेक्ट्रोड पर उन्हीं आवेशों की कमी हो जाती है। इस कारण सेल के दोनों इलेक्ट्रोड के बीच विद्युत विभवांतर उत्पन्न हो जाता है। जब सेल या बैटरी को किसी बंद परिपथ में लगाया जाता है तो इनके सिरों के बीच विभवांतर के कारण परिपथ में विद्युत धारा का प्रवाह होने लगता है। शिक्षक विद्यार्थियों को पूर्व कक्षा में किए गए उस क्रियाकलाप को याद करने में सहायता कर सकते हैं जिसमें उन्होंने एक टॉर्च बल्ब को एक सेल के साथ संयोजित कर दीप्त किया था।
2. विद्यार्थियों को किसी दिए गए परिपथ आरेख के आधार पर विद्युत परिपथ बनाने के लिए कहा जा सकता है। इस परिपथ में एक सेल (अथवा बैटरी), एक प्रतिरोधक, एक ऐमीटर, एक वोल्टमीटर तथा एक कुंजी हो सकते हैं। विद्यार्थियों द्वारा बनाए गए परिपथ की जाँच करते समय शिक्षक को यह सुनिश्चित करना चाहिए कि -
 - ऐमीटर का धन टर्मिनल सेल अथवा बैटरी के धन टर्मिनल से संयोजित किया गया हो।
 - ऐमीटर को परिपथ में श्रेणीक्रम में संयोजित किया गया हो।
 - वोल्टमीटर को प्रतिरोधक के पार्श्वक्रम में संयोजित किया गया हो और इसका धन टर्मिनल प्रतिरोध के उस सिरे से संयोजित हो जो सेल अथवा बैटरी के धन टर्मिनल की ओर है।
 - यदि 6V की बैटरी का उपयोग किया जा रहा हो तो प्रतिरोधक के श्रेणीक्रम में 20-25 ओम का एक धारा नियंत्रक संयोजित किया गया हो।
 - कुंजी को परिपथ में श्रेणीक्रम में संयोजित किया गया है और इसे केवल प्रेक्षण लेते समय ही बंद किया जाता हो।

विद्यार्थियों को यह भली भाँति समझ लेना चाहिए, कि ऐमीटर तथा कुंजी को परिपथ में कहीं भी संयोजित किया जा सकता है शर्त केवल यह है कि ये प्रतिरोधक अथवा सेल के श्रेणीक्रम में लगे होने चाहिए।

क्रियाकलाप- 1

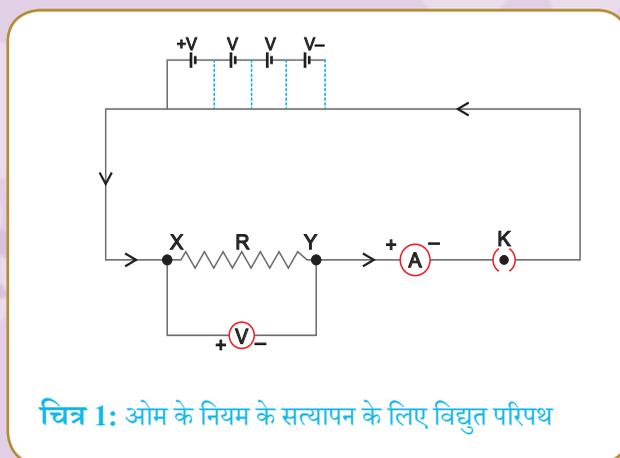
उद्देश्य:

किसी प्रतिरोधक के दो सिरों के बीच विभवांतर का उसमें प्रवाहित धारा के साथ परिवर्तन का अध्ययन करना (अथवा ओम के नियम का सत्यापन करना)

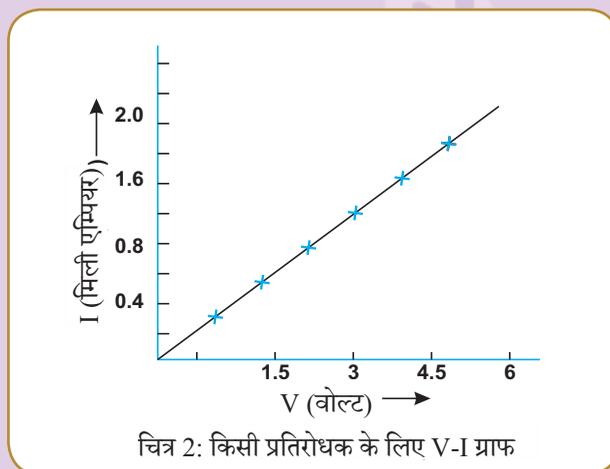
विधि

- विद्यार्थियों को चित्र 1 में दर्शाए अनुसार एक विद्युत परिपथ व्यवस्थित करने के लिए कहें। इस परिपथ में लगभग 20 ओम का एक प्रतिरोधक XY, एक ऐमीटर (A), एक वोल्टमीटर (V) तथा 1.5 V (प्रत्येक) के चार सेल संयोजित हैं। यदि 20 ओम का मानक प्रतिरोध उपलब्ध नहीं हो तो 1mm. व्यास और 20-25 cm लंबाई का एक निक्रोम तार उपयोग में लाया जा सकता है।
- यदि इस प्रयोग को 1.5V के चार सेल और 20-25 ओम के प्रतिरोधक के साथ किया जा रहा हो तो (0-10V) परास का वोल्टमीटर और (0-500 mA) परास का ऐमीटर उपयुक्त है। ऐमीटर और वोल्टमीटर का अल्पतमांक एवं चिह्न के साथ इनकी शून्यांक त्रुटि को नोट करें।
- विद्यार्थियों को बताएं कि परिपथ में धारा के स्रोत के रूप में पहले वे केवल एक ही सेल का उपयोग करें। उन्हें ऐमीटर का पाठ्यांक I तथा वोल्टमीटर का पाठ्यांक V नोट करने दीजिए अपने पाठ्यांकों को वे प्रेक्षण तालिका में रिकॉर्ड करेंगे।
- तत्पश्चात् विद्यार्थी परिपथ में दो सेल संयोजित करें है तथा ऐमीटर एवं वोल्टमीटर के संगत पाठ्यांकों को नोट करें है।
- विद्यार्थियों को उपर्युक्त चरणों को तीन सेल और फिर चार सेल का उपयोग करते हुए दोहराने की सलाह दीजिए।
- प्रेक्षणों के प्रत्येक समुच्चय के लिए विद्यार्थियों को V और I का अनुपात निकालने दीजिए।
- उन्हें V और I के बीच एक ग्राफ खींचने के लिए और उस ग्राफ की प्रकृति के प्रेक्षण के लिए भी कहें।
- क्या V के सभी मानों के लिए V और I का अनुपात समान रहता है? ग्राफ की प्रकृति कैसी है? क्या यह एक सरल रेखा है?

अब विद्युत प्रतिरोध की संकल्पना से उनका परिचय कराइये। यह चालक का वह गुण है जो इसमें प्रवाहित होने वाले आवेशों के प्रवाह का विरोध करता है। प्रतिरोध का SI मात्रक ओम (संकेत Ω) है। यह V और I का अनुपात है जो कि ग्राफ से ज्ञात किया जा सकता है।



चित्र 1: ओम के नियम के सत्यापन के लिए विद्युत परिपथ



चित्र 2: किसी प्रतिरोधक के लिए V-I ग्राफ

क्रम संख्या	परिपथ में उपयोग किए जा रहे सेल/सेलों की संख्या	निक्रोम तार से प्रवाहित हो रही धारा I (मिली एम्पियर)	तार के सिरों के बीच विभवांतर V (वोल्ट)	V/I (वोल्ट/एम्पियर)

V और I के बीच सरल रेखा आलेख यह दर्शाती है कि जैसे-जैसे तार के सिरों के बीच विभवांतर बढ़ता है, इससे प्रवाहित धारा भी रैखिकतः बढ़ती है।

ज्ञानवर्धक सामग्री

- प्रायः V और I का अनुपात परिकल्पित करते हुए विद्यार्थी यह पाते हैं कि यह मान में एक समान नहीं है। और साथ ही V-I ग्राफ जो कि मूल बिंदु से गुजरना चाहिए। मूल बिंदु से नहीं गुजरता और यह भी हो सकता है कि बिन्दु सरेखिक न हों। शिक्षक यह स्पष्ट कर सकते हैं कि यथार्थ प्रयोग में सामान्यतः प्रायोगिक त्रुटि और साथ ही मापन यंत्रों की सीमाओं के कारण ऐसा होता है। तथापि कुछ हद तक इन त्रुटियों को न्यूनतम किया जा सकता है यदि हम निम्नलिखित सावधानियों का पालन करें-
 - (i) संयोजी तारों के लिए मोटे DCC, (डबल कॉटन कोटेड) अर्थात् दुहरा धागा लपेटे हुआ तार का उपयोग करें।
 - (ii) संयोजी तारों के दोनों सिरों को रेगमाल से अच्छी तरह साफ कर लेना चाहिए।
 - (iii) सभी संयोजन कसे हुए होने चाहिए।
- इन सावधानियों का पालन विद्युत परिपथ से संबंधित सभी प्रयोगों में करना चाहिए। शिक्षक यह स्पष्ट रूप से बता सकते हैं कि ओम का नियम चालकों के लिए तभी मान्य है जब उनका ताप परिवर्तित नहीं होता है अर्थात् नियत रहता है।

क्रियाकलाप- 2

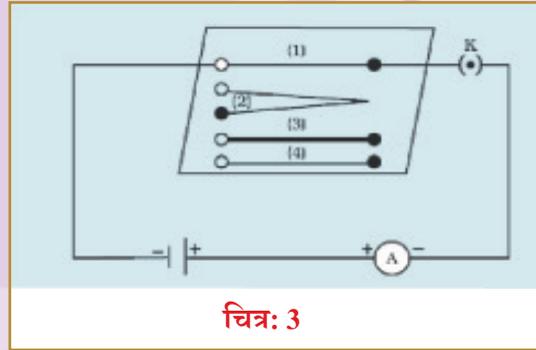
उद्देश्य:- उन कारकों का अध्ययन करना जिन पर किसी चालक का प्रतिरोध निर्भर करता है।

विधि

विद्यार्थियों को एक विद्युत परिपथ व्यवस्थित करने को कहें जिसमें एक सेल अथवा एक बैटरी, एक ऐमीटर, 1 लंबाई का एक निक्रोम तार (जो चित्र 3 में 1 से चिह्नित है) और एक कुंजी संयोजित हो, (चित्र 3)

नोट :- ऐमीटर का चयन और इसका परास इस बात पर निर्भर करेगा कि परिपथ में न्यूनतम और अधिकतम प्रतिरोध एवं इसके सिरों के बीच विभवांतर कितना है। यह सुनिश्चित कीजिए कि कुंजी का प्लग केवल तभी लगाया जाए जब पाठ्यांक नोट किया जा रहा हो।

- अब विद्यार्थियों को कुंजी में प्लग लगा कर ऐमीटर में धारा नोट करने के लिए कहें।
- विद्यार्थियों को परिपथ में लगे निक्रोम तार को हटाकर उसी मोटाई लेकिन उसकी दुगुनी लंबाई, 2 l का निक्रोम तार लगाने के लिए कहें (इसे चित्र 3 में 2 से चिह्नित किया गया है)। अब पुनः ऐमीटर, का पाठ्यांक नोट करने के लिए कहें।
- इसके बाद इस तार को हटाकर इससे पतली अथवा मोटी परंतु लंबाई 'l' का निक्रोम तार लगाए (इसे चित्र 3 में '3' से चिह्नित किया गया है)। एक मोटे तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल बड़ा होता है जबकि एक पतले तार के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल छोटा होता है। विद्यार्थियों से परिपथ में प्रवाहित धारा को पुनः नोट करने के लिए कहें।
- अब परिपथ में निक्रोम के तार को हटाकर किसी दूसरे पदार्थ (जैसे मैगनिन) का तार लगाने के लिए कहें (इसे चित्र 3 में '4' से चिह्नित किया गया है)। यह सुनिश्चित करें कि दूसरे पदार्थ से बने इस तार की लंबाई और इसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल पहले वाले तार जितना ही है। विद्यार्थियों को परिपथ में प्रवाहित धारा को पुनः नोट करने दीजिए।
- विद्यार्थियों को उपर्युक्त चारों दशाओं में परिपथ में प्रवाहित धारा के परिवर्तन के विश्लेषण के लिए प्रोत्साहित कीजिए।



चित्र: 3

शिक्षक विद्यार्थियों को आँकड़ों के विश्लेषण में तथा यह निष्कर्ष निकालने में सहायता कर सकते हैं कि परिपथ में लगे तार का प्रतिरोध

- (i) इसकी लंबाई के अनुक्रमानुपाती होता है
- (ii) इसके अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- (iii) इसके पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

ज्ञानवर्धक सामग्री

- शिक्षक यह बता सकते हैं कि प्रतिरोधक के सिरों के बीच विभवांतर प्रयोग करने की अवधि में अपरिवर्तित रहता है। अतः परिपथ में प्रवाहित विद्युत धारा में कोई भी परिवर्तन तार बदलने से प्रतिरोध में होने वाले परिवर्तन के कारण होता है।
- उपर्युक्त निष्कर्ष के आधार पर शिक्षक विद्यार्थियों को किसी चालक के लिए प्रतिरोध का व्यंजक ($R = \frac{\rho l}{a}$ जहां ρ चालक के पदार्थ की वैद्युत प्रतिरोधकता है, जो कि इसका अभिलाक्षणिक गुणधर्म है)। उन्हें यहां प्रतिरोधकता तथा चालकता (प्रतिरोधकता का व्युत्क्रम) की संकल्पनाओं से अवगत कराया जा सकता है।

भ्रान्तियों का निवारण

शिक्षक को यह सलाह दी जाती है कि वे विद्यार्थियों को पूर्ण रूप से यह समझने में मदद करें कि तार को इसकी लंबाई के आधे पर अर्थात् दोहरा कर मोड़ देने (तार को ऐसे मोड़ कर दिखायें) का अर्थ यह नहीं है कि इसके अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल दोगुना हो गया है, यद्यपि प्रतिरोध का सांख्यिक मान वही हो सकता है जो क्षेत्रफल को दोगुना करने से आता है।

ज्ञानवर्धक सामग्री

क्रियाकलाप- 3

उद्देश्य:

विद्युत धारा का तापीय प्रभाव प्रदर्शित करना

विधि

- विद्यार्थियों को करीब 4 mm. व्यास और 8-10 फेरों के एक पतले निक्रोम तार को लेकर एक कुंडली बनाने के लिए कहें। इस कुंडली को एक कुंजी से होते हुए 1.5V के एक सेल से संयोजित करके एक परिपथ बनाने दीजिए।
- विद्यार्थियों को कुंजी में प्लग लगाने के पहले ही कुंडली को स्पर्श करने के लिए कहें जिससे वे इसके ताप का अनुभव कर सकें।
- अब विद्यार्थियों को 10-15 s तक कुंजी में प्लग लगाकर रखने के लिए कहें जिससे कुंडली से होकर धारा प्रवाहित हो। फिर कुंजी से प्लग निकाल दें।
- विद्यार्थियों को पुनः कुंडली स्पर्श करने के लिए कहें।

इससे उन्हें क्या मालूम होता है? क्या अब कुंडली पहले से ज्यादा गर्म है? विद्युत धारा के तापीय प्रभाव के कारण कुंडली गर्म हो जाती है।

- परिपथ से विद्युत धारा लंबी अवधि तक प्रवाहित नहीं करनी चाहिए, क्योंकि इससे सेल शीघ्र ही विसर्जित हो सकता है तथा कुंडली को उच्च ताप तक गर्म कर सकता है।
- विद्यार्थियों को यह बताना चाहिए कि विद्युत धारा प्रवाहित करने के बाद वे कुंडली को हाथ से न

पकड़ें, क्योंकि हो सकता है कि यह बहुत गर्म हो गया हो। उन्हें यह सलाह देनी चाहिए कि वे कुंडली को क्षणमात्र ही छूकर इसके तापक्रम का अनुभव करें।
विद्युत धारा का तापीय प्रभाव हमारे दैनिक जीवन में बहुत से विद्युत उपकरणों में उपयोग किया जाता है। विद्युत हीटर, विद्युत इस्तरी, तापदीप्त लैंप, फ्यूज आदि कुछ उदाहरण हैं।
 R प्रतिरोध के एक प्रतिरोधक के सिरों के बीच, I धारा, t समय तक प्रवाहित करने पर इसके सिरों के बीच उत्पन्न ऊष्मा का परिमाण है:

$$H = VI t$$

$$H = P R t \quad (R \text{ प्रतिरोध के एक प्रतिरोधक में प्रवाहित धारा } I \text{ के लिए})$$

$$= \frac{V^2 t}{R} \quad (R \text{ प्रतिरोध के एक प्रतिरोधक के दोनों सिरों के बीच विभवांतर } V \text{ के लिए})$$

यह संबंध हमें यह बताता है कि जब किसी प्रतिरोधक R से I धारा प्रवाहित होती है तो t समय में इससे ऊष्मा अथवा ऊर्जा की कितनी मात्रा निर्मुक्त होती है। यह स्रोत द्वारा t समय में क्षयित अथवा उपभुक्त ऊर्जा भी है। चूँकि इकाई समय में क्षयित अथवा उपभुक्त ऊर्जा शक्ति P के रूप में व्यक्त किया जाता है, इसलिए

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ or } I^2 R$$

- शक्ति का मात्रक वाट(watt) है। एक वाट उस ऊर्जा के समतुल्य है जो एक वोल्ट के विभवांतर से एक सेकेंड तक एक ऐंपियर धारा प्रवाहित करने पर क्षयित अथवा उपभुक्त होती है। शक्ति को प्रायः किलोवाट मात्रक में व्यक्त करते हैं जो कि 1000 वाट के बराबर होता है अर्थात् 1 किलोवाट (kW) = 1000(W)
- विद्युत ऊर्जा के व्यापारिक मात्रक को प्रायः किलोवाट घंटा (kWh) में व्यक्त करते हैं। यह किसी परिपथ में 1 घंटे में एक किलोवाट के उपकरण द्वारा उपभुक्त (अथवा इसे स्रोत द्वारा प्रदत्त) ऊर्जा के समतुल्य होती है।

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 60 \text{ s} \times 60 \text{ s} \\ = 3.6 \times 10^6 \text{ जूल (J)}$$

आकलन

1. किसी विद्युत परिपथ में विभवांतर में परिवर्तन के संगत धारा में परिवर्तन का अध्ययन करते समय विद्यार्थियों को यह सलाह क्यों दी जाती है कि वे केवल पाठ्यांक लेते समय ही कुंजी में प्लग लगाएं?
2. किसी विद्यार्थी को समान लंबाई l की निक्रोम के दो तार A और B दिए गए हैं। तार A, तार B से मोटा है। पहले उसे एक सेल, एक कुंजी तथा तार B को प्रतिरोध की तरह उपयोग करते हुए एक परिपथ बनाने के लिए कहा जाता है। विद्यार्थी को फिर परिपथ में प्रतिरोध घटाने के लिए कहा जाता है। परिपथ में प्रतिरोध घटाने के तीन तरीके सुझाए। इन तरीकों को तर्कसम्मत ठहराईए।



विद्युत का चुंबकीय प्रभाव

परिचय

उन्नीसवीं शताब्दी के वैज्ञानिक हेंस क्रिश्चियन ऑस्टेड ने सर्वप्रथम विद्युत तथा चुंबकत्व में परस्पर संबंध की खोज की। उनके अनुसार जब किसी चालक से धारा प्रवाहित की जाती है तो उसके चारों ओर एक चुंबकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है, चालक स्वयं चुंबकीय पदार्थ हो या न हो। कालान्तर में यह पाया गया कि किसी गतिशील आवेश से कोई चुंबकीय क्षेत्र सदैव संबद्ध रहता है जो उस माध्यम पर निर्भर नहीं करता जिसमें आवेश गतिशील है।

प्रमुख संकल्पनाएँ

- किसी छड़ चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र उसके चारों ओर का वह क्षेत्र होता है जिसमें उसके प्रभाव को अनुभव किया जा सके।
- चुंबकीय क्षेत्र का निरूपण करने वाली चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं बंद वक्रों के रूप में होती हैं।
- किसी धारावाही सीधे चालक से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न ऐसे संकेन्द्रित वृत्तों के रूप में होता है जिनका केन्द्र चालक के अक्ष पर स्थित होता है।
- किसी धारावाही वृत्ताकार पाश के अंदर स्थित किसी बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र, उस पाश के प्रत्येक बिन्दु के कारण उत्पन्न क्षेत्र के सम्मिलित प्रभाव के द्वारा होता है।
- किसी धारावाही परिनालिका के चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न किसी छड़ चुंबक के क्षेत्र के पैटर्न के समान होता है।
- परिवर्ती चुंबकीय क्षेत्र में रखे किसी चालक में प्रेरण द्वारा विद्युत धारा उत्पन्न हो जाती है।

अपेक्षित पूर्व ज्ञान

- प्रत्येक चुंबक के दो ध्रुव होते हैं – उत्तर तथा दक्षिण।
- असमान ध्रुव परस्पर आकर्षण तथा समान ध्रुव परस्पर प्रतिकर्षण करते हैं।

आदान – प्रदान कार्यनीति

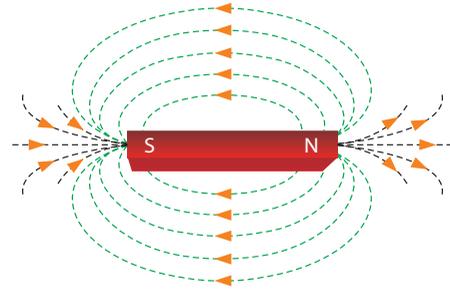
संकल्पना किसी छड़ चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र तथा चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं किसी चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र उसके चारों ओर का वह क्षेत्र होता है जिसमें उसके प्रभाव को अनुभव किया जा सकता है। चुंबकीय क्षेत्र एक ऐसी भौतिक राशि है जिसके परिमाण तथा दिशा दोनों ही होते हैं। चुंबकीय क्षेत्र के किसी बिन्दु पर उसकी दिशा वह मानी जाती है जिसके अनुदिश उस बिन्दु पर रखी गई चुंबकीय सुई का उत्तर ध्रुव चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव के कारण गति करता है। गति करने के लिए स्वतंत्र कोई चुंबकीय उत्तर ध्रुव किसी चुंबकीय क्षेत्र में रखे जाने पर जिस पथ का अनुसरण करता है वह क्षेत्र की किसी क्षेत्र रेखा को निरूपित

करता है। अतः किसी चुंबकीय क्षेत्र की कल्पना क्षेत्र रेखाओं के निश्चित पैटर्न के रूप में की जा सकती है। किसी चुंबक की क्षेत्र रेखा की दिशा उसके उत्तर ध्रुव से दक्षिण ध्रुव की ओर मानी जाने की परम्परा है। तथापि, चुंबक के भीतर (आंतरिक स्थान) में क्षेत्र रेखाओं की दिशा दक्षिण ध्रुव से उत्तर की ओर मानी जाती है। इस प्रकार, क्षेत्र रेखाएं किसी बंद वक्र के रूप में होती हैं। तथापि हमें सदैव ध्यान में रखना चाहिए कि चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं काल्पनिक रेखाएं मात्र हैं जिनकी कल्पना चुंबकीय क्षेत्र के स्वरूप को समझने के लिए की गई है। यह भी स्मरण रखना आवश्यक है कि किसी दिए गए चुंबकीय क्षेत्र को अनन्त क्षेत्र रेखाएं खींचकर निरूपित किया जा सकता है। यहाँ सुझाए गए क्रियाकलाप उपरोक्त संकल्पनाओं को विकसित करने में सहायक हो सकते हैं।

क्रियाकलाप- 1

विद्यार्थियों को एक छड़ (दण्ड) चुंबक को मेज पर रखने को कहिए। अब काँच या प्लास्टिक जैसे किसी पारदर्शी पदार्थ की लगभग 40cm × 20cm साइज की शीट को चुंबक के ऊपर रखने को कहिए। सुनिश्चित कीजिए कि शीट क्षैतिज तथा स्थिर हो। अब इस शीट के उस क्षेत्र में लौह – चूर्ण का छिड़काव कीजिए जिसके नीचे चुंबक रखा है। शीट को धीमे धीमे थपथपाइए। इस चरण के संपादन के साथ – साथ शिक्षक निम्न प्रश्नों के माध्यम से परिचर्चा प्रारंभ कर सकते हैं:

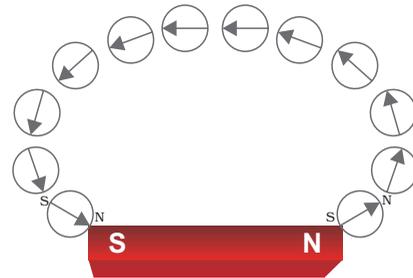
आप क्या देखते हैं ? क्या लौह चूर्ण चित्र 1 में दिखाए गए पैटर्न के अनुसार व्यवस्थित हो जाता है?



चित्र: 1 किसी छड़ चुंबक की चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं

क्रियाकलाप- 2

चुंबकीय कंपास की सहायता से किसी छड़ चुंबक की क्षेत्र रेखाएं खींचने के लिए आवश्यक व्यवस्था करने में शिक्षक विद्यार्थियों का मार्ग दर्शन कर सकते हैं। किसी नुकीली पेंसिल द्वारा विद्यार्थियों को छड़ चुंबक की सीमा रेखांकित करने को कहिए। विद्यार्थियों को चुंबकीय कंपास को छड़ चुंबक के उत्तर ध्रुव के निकट रखने को कहिए। इस स्थिति में चुंबकीय सुई के दोनों ध्रुवों की स्थिति को पेंसिल द्वारा अंकित करने को कहिए। अब कंपास को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि उसकी सुई का दक्षिण ध्रुव उस बिन्दु पर हो जहाँ पहली स्थिति में उसका उत्तर ध्रुव था। विद्यार्थियों को इन चरणों को दोहराते हुए कंपास की स्थिति तब तक बदलते रहने को कहिए जब तक कि वह चुंबक के दक्षिण ध्रुव तक न पहुँच जाए जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है। अब विद्यार्थियों को कंपास की विभिन्न स्थितियों के लिए अंकित बिन्दुओं को बिन्दुकित वक्र रेखा द्वारा मिलाने को कहिए। यह वक्र छड़ चुंबक की एक क्षेत्र रेखा को निरूपित करता है। विद्यार्थियों को उपरोक्त प्रक्रम को दोहराते हुए अधिक से अधिक क्षेत्र रेखाएं खींचने को कहिए। अंततः उन्हें चित्र 1 में प्रदर्शित पैटर्न के समान पैटर्न प्राप्त हो जाएगा।



चित्र: 2 चुंबकीय सुई की सहायता से चुंबकीय क्षेत्र रेखा का निरूपण

ज्ञानवर्धक सामग्री

विद्यार्थियों को उपरोक्त चरणों को कम से कम दो बार दोहराने को कहिए। इसके लिए विद्यार्थी छड़ चुंबक को उसी स्थिति में या किसी अन्य स्थिति में रख सकते हैं, चुंबक की प्रत्येक स्थिति के लिए लौह चूर्ण द्वारा बने पैटर्न का अध्ययन करने में विद्यार्थियों की सहायता कीजिए। उनके प्रेक्षणों के आधार पर विद्यार्थियों से परिचर्चा कीजिए तथा उन्हें इस निष्कर्ष तक पहुँचने में मदद कीजिए कि चुंबक की सभी स्थितियों के लिए क्षेत्र रेखाओं का पैटर्न लगभग एक समान होता है।

शिक्षक विद्यार्थियों को चुंबकीय क्षेत्र के पैटर्न का विश्लेषण कर उन्हें निम्नलिखित निष्कर्ष तक पहुँचने में सहायता करें:

1. लौह चूर्ण बन्द वक्रों के रूप में व्यवस्थित प्रतीत होते हैं।
2. ध्रुवों के निकट लौह चूर्ण का सांद्रण (घनत्व) सबसे अधिक होता है।
3. लौह चूर्ण की व्यवस्था से बनी क्षेत्र रेखाएं परस्पर काटती नहीं हैं।

यहाँ सुझाए गए प्रश्नों द्वारा शिक्षक विद्यार्थियों से चर्चा प्रारंभ कर सकते हैं:

लौह चूर्ण निश्चित पैटर्न में व्यवस्थित क्यों हो जाता है? यह पैटर्न क्या निरूपित करता है? क्या चुंबक अपने आस-पास के क्षेत्र को प्रभावित करता है? जिस रेखा के अनुदिश लौह चूर्ण व्यवस्थित हो जाता है, वह क्या निरूपित करती है?

उपरोक्त प्रश्नों पर आधारित चर्चा द्वारा शिक्षक विद्यार्थियों को इस निष्कर्ष तक पहुँचने में सहायता कर सकते हैं कि किसी चुंबक का चुंबकीय क्षेत्र उसके चारों ओर का वह क्षेत्र होता है जिसमें उसके प्रभाव को अनुभव किया जा सकता है। किसी चुंबकीय क्षेत्र में रखा लौह चूर्ण के समान लोहे का कोई टुकड़ा प्रेरण द्वारा चुंबक बन जाता है। यही कारण है कि छड़ चुंबक के आस-पास छिड़के जाने पर लौह चूर्ण का प्रत्येक कण अत्यन्त सूक्ष्म चुंबक की भाँति व्यवहार करने लगता है जिसके कारण लौह चूर्ण के प्रत्येक कण के परस्पर विपरीत सिरे असमान ध्रुवों की भाँति व्यवहार करते हुए एक दूसरे से जुड़कर किसी क्षेत्र रेखा के अनुदिश बंद वक्र के रूप में व्यवस्थित हो जाते हैं।

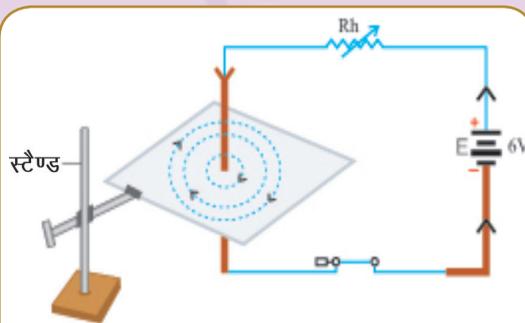
क्रियाकलाप 1 तथा 2 को संपादित करने के उपरांत शिक्षक विद्यार्थियों से कुछ प्रश्न पूछ सकते हैं। उदाहरण के लिए

1. क्या इन दो क्रियाकलापों में लौह चूर्ण से बने पैटर्नों में कुछ समानताएँ हैं?
2. क्या क्षेत्र रेखाओं के संघनन (पास-पास होने) तथा चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता में परस्पर कोई संबंध है?
3. चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं एक दूसरे को क्यों प्रतिच्छेदित (काटती) नहीं करती?

अब शिक्षक विद्यार्थियों को क्षेत्र रेखाओं की दिशा निर्धारित करने की परिपाटी से अवगत करा सकते हैं। विद्यार्थी कल्पना करें कि क्षेत्र रेखाएं उत्तर ध्रुव से निकल कर दक्षिण ध्रुव में मिल जाती है।

संकल्पना: किसी भी धारावाही सीधे चालक के साथ चुंबकीय क्षेत्र संबद्ध होता है।

क्रियाकलाप- 3



चित्र: 3 धारावाही सीधे चालक से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र की क्षेत्र रेखाएं

ऐलुमीनियम के मोटे तार का लगभग 20cm लंबा टुकड़ा तथा कार्डबोर्ड का एक वर्गाकार (लगभग 20cm × 20cm) टुकड़ा लीजिए। ऐलुमीनियम के तार को कार्डबोर्ड के मध्य से घुसाकर इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि उसका तल क्षैतिज हो जबकि तार ऊर्ध्वाधर स्थिति में हो। यह सुनिश्चित करने के लिए कार्डबोर्ड के टुकड़े को चित्र 3 के अनुसार किसी स्टैंड से कसा जा सकता है। ऐलुमीनियम की तार के सिरों को 10 Ω के प्रतिरोध या धारा नियंत्रक तथा एक कुंजी के द्वारा 6V की बैटरी से जोड़िए। अब कार्डबोर्ड के ऊपर लौह चूर्ण छिड़किए। कुंजी को बंद करके तार में धारा प्रवाहित कीजिए तथा साथ ही साथ कार्डबोर्ड को धीमे-धीमे थपथपाइए (चित्र 3)। लौह चूर्ण किसी निश्चित पैटर्न में व्यवस्थित होते ही धारा बंद कर दीजिए। उपरोक्त क्रियाकलाप को परिपथ में प्रतिरोध का मान बदल कर धारा के विभिन्न मानों के लिए दोहराएं। प्रत्येक स्थिति में पैटर्न में परिवर्तन नोट कीजिए।

ज्ञानवर्धक सामग्री

विद्यार्थी यह देखेंगे कि कार्डबोर्ड को धीमे-धीमे थपथपाने पर लौह चूर्ण किसी निश्चित पैटर्न में व्यवस्थित हो जाते हैं। विद्यार्थियों को लौह चूर्ण से बने पैटर्न की आकृति नोट करने को कहिए। क्या यह सीधे धारावाही चालक के चारों ओर संकेन्द्रित वृत्तों के रूप में है?

क्रियाकलाप- 4

विद्यार्थियों को क्रियाकलाप 3 में खींची गई क्षेत्र रेखा से अधिक अर्धव्यास के दो वृत्तों के अनुदिश कंपास सुइयों के दो सेटों को व्यवस्थित करने को कहिए। अब चालक में पहले के बराबर तीव्रता की धारा प्रवाहित कीजिए। यह देखिए क्या चुंबकीय सुइयाँ स्वयं को दो भिन्न अर्धव्यास के वृत्तों के अनुदिश व्यवस्थित कर लेती हैं जिनमें से एक दूसरे से बड़ा है। अब निम्नलिखित प्रश्नों द्वारा चर्चा आरंभ कीजिए। क्या सीधे चालक से धारा प्रवाहित करने पर चुंबकीय सुइयों के दो सेटों में हुए विक्षेपण में कोई अन्तर दिखाई देता है? इससे आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? क्या संकेन्द्रित वृत्त किसी बिन्दु पर एक दूसरे को काटते (प्रतिच्छेदित करते) हैं? अब विद्यार्थियों से परिपथ में धारा की तीव्रता बढ़ाने को कहिए तथा संकेन्द्रित वृत्तों में होने वाले परिवर्तनों, (यदि कोई हो), को प्रेक्षित करने को कहिए। परस्पर चर्चा द्वारा प्रेक्षण का कारण समझाने का प्रयास कीजिए।

ज्ञानवर्धक सामग्री

- क्रियाकलाप 4 हमें कोई मात्रात्मक संबंध स्थापित करने में सहायता नहीं करेगा।
- अब शिक्षक विद्यार्थियों को यह बता सकते हैं कि किसी धारावाही सीधे चालक से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र की दिशा **दक्षिण – हस्त अंगुष्ठ नियम** द्वारा निर्धारित की जाती है।
- विद्यार्थियों को क्रियाकलाप 4 में इस नियम के आधार पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए कहिए।

इन क्रियाकलापों में किए गए प्रेक्षणों के आधार पर विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता कीजिए कि

- किसी धारावाही सीधे चालक से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र संकेन्द्रित वृत्तों के रूप में होता है जिनके केन्द्र चालक की अक्ष पर स्थित होते हैं।
- चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न धारा की तीव्रता पर निर्भर नहीं करता।

विद्यार्थियों से इस विषय पर चर्चा कीजिए कि लौह चूर्ण से बने संकेन्द्रित वृत्त क्या निर्धारित करते हैं? क्षेत्र रेखाओं की दिशा ज्ञात करने की एक वैकल्पिक विधि यह हो कि सीधे चालक के चारों ओर 7 – 8 कंपास रख दिए जाएं। अब चालक से धारा प्रवाहित करें। कंपासों की सुइयों में विक्षेपण चुंबकीय क्षेत्र की दिशा दर्शाता है। अब चालक में प्रवाहित धारा की दिशा उलट दीजिए। क्या चुंबकीय सुइयों की दिशा अर्थात् क्षेत्र की दिशा भी उलट जाती है?

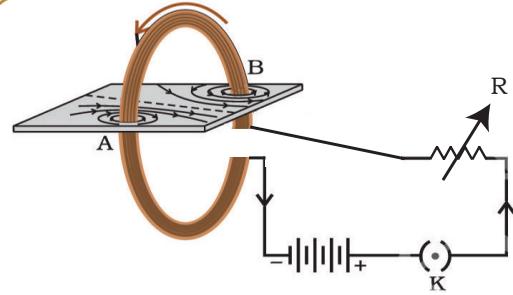
संकल्पना: किसी धारावाही वृत्ताकार पाश के कारण चुंबकीय क्षेत्र।

यदि किसी धारावाही चालक को वृत्ताकार पाश के रूप में परिवर्तित कर दिया जाए तो उसके चारों ओर स्थित चुंबकीय क्षेत्र का पैटर्न भी बदल जाता है। किसी धारावाही वृत्ताकार पाश के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र की संरचना जानने के लिए हम निम्नलिखित क्रियाकलाप कर सकते हैं।

क्रियाकलाप- 5

विद्यार्थियों को ऐलुमीनियम के मोटे तार से बने लगभग 10 cm व्यास का ऐसा वृत्ताकार पाश लेने के लिए कहिए जो चित्र 4 के अनुसार 20 cm × 20 cm साइज के कार्डबोर्ड के किसी वर्गाकार टुकड़े पर कसा हो। यदि कार्ड बोर्ड के टुकड़े में जड़े वृत्ताकार पाश की बनी बनाई व्यवस्था उपलब्ध न हो तो विद्यार्थियों को इस प्रकार की व्यवस्था स्वयं बनाने के लिए शिक्षक आवश्यक मार्गदर्शन तथा सहायता प्रदान करें।

अध्यापक विद्यार्थियों को वांछित साइज के कार्ड बोर्ड के टुकड़े के किसी एक पार्श्व से दो झिरियाँ बनाने में सहायता करें। दोनों झिरियों के बीच की दूरी वृत्ताकार पाश के बाहरी व्यास के बराबर होनी चाहिए। अब वृत्ताकार पाश को इन झिरियों के बीच से सरका कर उसे कार्डबोर्ड के टुकड़े के मध्य में जड़ दीजिए जैसा चित्र 4 में दिखाया गया है। इसके बाद झिरियों को टेप लगाकर इस प्रकार बंद कर दीजिए कि वृत्ताकार पाश कार्डबोर्ड के टुकड़े के लंबवत सीधा स्थिर हो जाए।



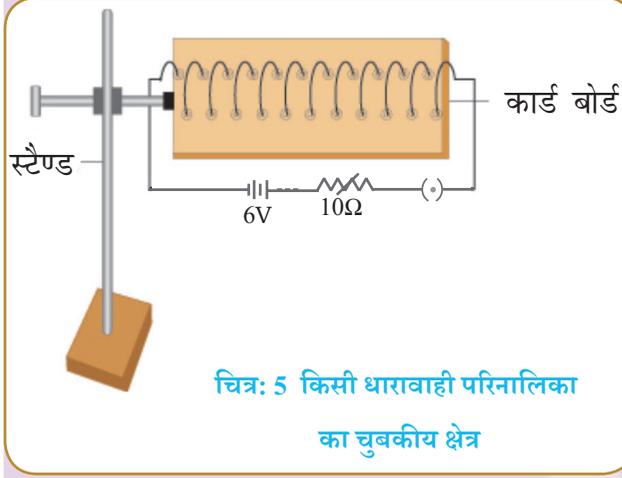
चित्र: 4 किसी वृत्ताकार पाश में धारा प्रवाह के कारण उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र

विद्यार्थियों को वृत्ताकार पाश के दोनों सिरों को धारा नियंत्रक अथवा 10Ω के प्रतिरोध तथा एक कुंजी के द्वारा 6V की बैटरी से जोड़कर परिपथ स्थापित करने को कहिए। कार्डबोर्ड के ऊपर वृत्ताकार पाश के चारों ओर लौह चूर्ण इस प्रकार छिड़कने को कहिए कि उसका वितरण लगभग एक समान हो। अब कुंजी को बंद कीजिए तथा कार्डबोर्ड को धीमे – धीमे थपथपाइए। विद्यार्थियों को लौह – चूर्ण की गतिविधि के कारण होने वाले परिवर्तनों का प्रेक्षण लेने के लिए कहिए। विद्यार्थी यह पाएंगे कि लौह चूर्ण किसी निश्चित पैटर्न में व्यवस्थित हो जाता है। जैसे ही लौह चूर्ण पैटर्न में व्यवस्थित हो जाए परिपथ में लगी कुंजी को खोलकर चालक से धारा प्रवाह बंद कर दीजिए। लौह – चूर्ण द्वारा इस प्रकार बना पैटर्न धारावाही पाश से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र माना जा सकता है। विद्यार्थियों को (i) पाश के निकट किसी बिन्दु पर तथा (ii) पाश के केन्द्र के निकट क्षेत्र के पैटर्न का अवलोकन करने के लिए कहिए। उचित प्रश्नों द्वारा शिक्षक विषय वस्तु पर चर्चा को आगे बढ़ा सकते हैं। इसके लिए कुछ प्रश्न हो सकते हैं:

- क्षेत्र रेखाएं कैसी दिखाई देती है?
- क्या आप पाश के दो विपरीत सिरों पर लौह चूर्ण को लगातार बढ़ते हुए व्यास के वृत्तों के रूप में व्यवस्थित देखते हैं?
- पाश के केन्द्र के निकट लौह चूर्ण से बने पैटर्न का आकार कैसा है? क्या यह सरल रेखीय है?
- आप इन प्रेक्षणों से किस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं?
- आपके विचार में क्या धारावाही वृत्ताकार पाश का प्रत्येक लघु अवयव (छोटा भाग) चुंबकीय क्षेत्र में अपना योगदान करता है? अपने उत्तर का कारण बताइए।
- आप किसी बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र की दिशा कैसे ज्ञात करेंगे?

संकल्पना: किसी धारावाही परिनालिका के कारण चुंबकीय क्षेत्र।

विद्युत रोधी ताँबे के तार को पास – पास अनेक फेरों में लपेटकर बनी बेलनाकार कुंडली को परिनालिका कहते हैं। किसी धारावाही परिनालिका के कारण उत्पन्न विद्युत क्षेत्र के पैटर्न को निम्न क्रियाकलाप द्वारा निदर्शित किया (दर्शाया जा) सकता है।



शिक्षक विद्यार्थियों को ताँबे की तार से कार्डबोर्ड के किसी टुकड़े में लगभग 5 cm व्यास तथा 10 cm लंबाई की परिनालिका बनाने के लिए आवश्यक दिशा निर्देश एवं सहायता प्रदान कर सकते हैं। परिनालिका को बोर्ड में जड़ने के लिए तार को कार्डबोर्ड में बने छिद्रों के आर - पार चित्र 5 के अनुसार लपेटने की आवश्यकता पड़ेगी। वैकल्पिक व्यवस्था के रूप में, परिनालिका को कार्डबोर्ड के टुकड़े से जड़ने के लिए क्रियाकलाप 5 में बताई गई विधि अपनाई जा सकती है। परिनालिका के दोनों सिरों को धारा नियंत्रक अथवा 10 Ω प्रतिरोध के प्रतिरोधक एवं कुंजी के माध्यम से 6V की बैटरी से जोड़कर परिपथ बनाइए।

कार्डबोर्ड पर कुछ लौह चूर्ण छिड़किए। अब कुंजी को बंद कर परिनालिका से धारा प्रवाहित कीजिए तथा

साथ ही कार्डबोर्ड को धीमे - धीमे थपथपाइए। यह देखिए कि लौह चूर्ण की स्थिति में क्या परिवर्तन होता है। लौह चूर्ण जिस पैटर्न में व्यवस्थित होता है वह धारावाही परिनालिका के चुंबकीय क्षेत्र को दर्शाता है। (i) परिनालिका के दोनों सिरों के निकट, (ii) उसकी लंबाई के अनुदिश दोनों ओर बाहर की ओर तथा (iii) परिनालिका के अंदर के क्षेत्र में लौह चूर्ण द्वारा बने पैटर्न को ध्यानपूर्वक देखिए। धारा नियंत्रक का मान बदल कर धारा के विभिन्न मानों के लिए दोहराइए। प्रत्येक स्थिति में पैटर्न में परिवर्तन नोट कीजिए। अब शिक्षक निम्नलिखित प्रश्नों की सहायता से चर्चा कर सकते हैं।

- क्या आपने क्षेत्र रेखाओं के ऐसे पैटर्न को पहले भी देखा है?
- परिनालिका के चारों ओर स्थित विभिन्न बिन्दुओं पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता के विषय में आपके क्या विचार हैं?
- क्या परिनालिका के आस - पास विभिन्न बिन्दुओं पर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता बदलती है? परिनालिका के अंदर के क्षेत्र में लौह चूर्ण से बना पैटर्न समान्तर रेखाओं के रूप में होता है। इससे चुंबकीय क्षेत्र की प्रकृति एवं तीव्रता के विषय में क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?
- क्या परिनालिका के अंदर के क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता एकसमान होती है?

क्रियाकलाप 6 के प्रेक्षणों तथा निष्कर्षों के आधार पर विद्यार्थियों को यह समझने में सहायता कीजिए कि

- धारावाही परिनालिका का एक सिरा उत्तर ध्रुव तथा दूसरा सिरा दक्षिण ध्रुव की भाँति व्यवहार करता है। यह किसी छड़ चुंबक के समान है।
- परिनालिका के अन्दर क्षेत्र रेखाएं बराबर दूरी पर तथा एक दूसरे के समान्तर होती हैं जिससे यह संकेत मिलता है कि किसी धारावाही परिनालिका के अंदर चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता एकसमान होती है।

संकल्पना: विद्युत चुंबकीय प्रेरण।

समय के साथ परिवर्तित हो रहे चुंबकीय क्षेत्र में रखी किसी कुंडली में विद्युत धारा उत्पन्न होने की घटना को विद्युत चुंबकीय प्रेरण कहते हैं। विद्युत चुंबकीय प्रेरण की घटना को क्रियाकलाप 7 की सहायता से दर्शाया जा सकता है।

अध्यापक कक्षा के विद्यार्थियों को यह सावधानी रखते हुए 5 - 6 ऐसे समूहों में बाँट सकता है कि प्रत्येक समूह में विभिन्न स्तर के विद्यार्थी सम्मिलित हों। समूहों की संख्या प्रयोगशाला में उपलब्ध उपकरणों के सेटों के आधार पर तय की जानी चाहिए।

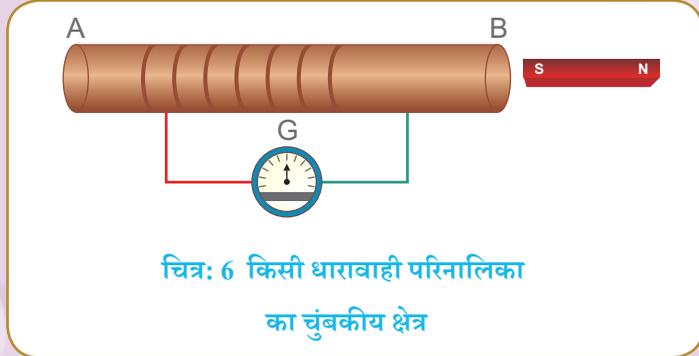
क्रियाकलाप- 7



अचालक पदार्थ से बने किसी सिलिंडर पर तार के 50 – 100 फेरे लपेटकर एक कुंडली (परिनालिका) बनाइए। आप कार्डबोर्ड, काँच, प्लास्टिक अथवा बाँस के सिलिंडर का उपयोग कर सकते हैं। कुंडली की तार के दो सिरों को चित्र 6 के अनुसार किसी गैल्वेनोमीटर से जोड़िये।

क्रियाकलाप संपादित करने के दौरान अध्यापक विद्यार्थियों को परिनालिका के एक सिरे की ओर चित्र 6 के अनुसार द्रुतगति से किसी छड़ चुंबक को लाने के लिए आवश्यक दिशा निर्देश प्रदान कर सकते हैं।

अध्यापक विद्यार्थियों से गैल्वेनोमीटर के संकेतक का उस समय ध्यानपूर्वक अवलोकन करने को कह सकते हैं जब छड़ चुंबक के एक सिरे को परिनालिका के सिरे की ओर गतिशील किया जा रहा हो अथवा उससे दूर ले जाया जा रहा हो।



अब निम्नलिखित प्रश्नों के द्वारा चर्चा आरंभ की जा सकती है:

- आप क्या देखते हैं जब छड़ चुंबक के उत्तर ध्रुव को कुंडली (परिनालिका) के एक सिरे की ओर द्रुत गति से लाया जाता है?
- परिनालिका के जिस सिरे की ओर चुंबक का उत्तर ध्रुव लाया जाता है, उस सिरे से संबद्ध चुंबकीय क्षेत्र किस प्रकार प्रभावित होता है?
- आपके विचार में गैल्वेनोमीटर के संकेतक में विक्षेप का क्या कारण हो सकता है?
- जब चुंबक को परिनालिका के अंदर अथवा उसके एक सिरे के निकट स्थिर अवस्था में रखा जाता है तो क्या आप गैल्वेनोमीटर के संकेतक में कोई विक्षेप देखते हैं?
- क्या गैल्वेनोमीटर के संकेतक का विक्षेप उस चाल पर निर्भर करता है जिससे चुंबक को परिनालिका के एक सिरे की ओर लाया जाता है अथवा उससे दूर ले जाया जाता है?

ज्ञानवर्धक सामग्री

अब अध्यापक प्रेरित धारा की संकल्पना से विद्यार्थियों को परिचित करा सकते हैं। अध्यापक विद्यार्थियों को छड़ चुंबक के उत्तर एवं दक्षिण ध्रुव को बारी – बारी से परिनालिका के एक सिरे की ओर द्रुत गति से लाने अथवा दूर ले जाने को कह सकते हैं। विद्यार्थियों को प्रत्येक स्थिति में गैल्वेनोमीटर के संकेतक में होने वाले विक्षेप की दिशा नोट करने को कहें। इन प्रेक्षणों पर आधारित निम्नलिखित प्रश्नों के द्वारा विद्यार्थियों से चर्चा की जा सकती है:

- परिनालिका में प्रेरित धारा की दिशा क्या होती है जब चुंबक का (i) उत्तर ध्रुव तथा (ii) दक्षिण ध्रुव उसके एक सिरे की ओर लाया जाता है ?
- क्या परिनालिका में प्रवाहित होने वाली प्रेरित धारा उस धारा से भिन्न होती है जो उसे किसी बैटरी से जोड़ने पर उससे प्रवाहित होती है ?
- क्या होगा यदि चुंबक को स्थिर अवस्था में रखते हुए परिनालिका को उसकी ओर गतिशील किया जाए ? इसे करके देखिए।

- उपरोक्त प्रेक्षणों से क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है ?
- क्या हम इस घटना का उपयोग विद्युत उत्पादन के लिए कर सकते हैं ?
- किसी दिए गए क्षेत्र में चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता एक समान मानी जाती है यदि उस क्षेत्र के प्रत्येक बिन्दु पर चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण तथा दिशा एकसमान हो।
- चुंबकीय ध्रुव सदैव जोड़े (युग्म) में पाए जाते हैं अर्थात् प्रत्येक उत्तर ध्रुव के साथ एक दक्षिण ध्रुव होता है। इसका विपरीत भी सत्य है। यदि आप किसी चुंबक को दो या अधिक भागों में तोड़े तो उसका प्रत्येक टुकड़ा एक स्वतंत्र चुंबक होगा अर्थात् प्रत्येक टुकड़े में एक उत्तर ध्रुव तथा एक दक्षिण ध्रुव होगा।
- विद्युत मोटर, विद्युत जनित्र, लाउड स्पीकर, मिक्सर, कंप्यूटर की डिस्क ड्राइव, श्रवण सहाय (हियरिंग एड), धातु संसूचक (मैटल डिटेक्टर) कुछ ऐसी युक्तियों के उदाहरण हैं जिन्हें चलाने में चुंबकीय क्षेत्र की आवश्यकता होती है।
- कोई परिनालिका विद्युतरोधी लेपन युक्त चालक तार से बनी अनेक फेरों वाली ऐसी कुंडली होती है जिसका आकार ऐसे सिलिंडर जैसा होता है जिसकी लंबाई उसके व्यास की तुलना में अधिक होती है।
- कुछ विद्युत रोधी तारों में सूती धागे का दोहरा आवरण चढ़ाया जाता है। इन तारों को DCC (डबल कॉटन कोटेड अर्थात् दोहरा सूती आवरण) तार कहते हैं तथा यह निम्न वोल्टता के परिपथों के लिए बहुत उपयोगी होते हैं। इन तारों को प्रयोगशाला में संयोजी तार के रूप में उपयोग किया जाता है। इन तारों से उच्च तीव्रता की धारा प्रवाहित नहीं की जानी चाहिए क्योंकि धारा उच्च होने पर यह अत्यधिक गर्म हो जाते हैं, यहाँ तक की आग भी पकड़ सकते हैं।

आकलन

1. क्रियाकलाप 3 में क्षेत्र रेखाएँ एक दूसरे को क्यों नहीं काटती ?
2. यदि केवल एक तार के स्थान पर 5 तारों को साथ – साथ रखकर बनाई गई व्यवस्था को सीधे चालक के रूप में उपयोग किया जाए तो क्या ऐसे चालक से विद्युत धारा प्रवाहित करने से उत्पन्न चुंबकीय क्षेत्र के पैटर्न में कोई परिवर्तन दिखाई देंगे? अपने उत्तर का कारण समझाइए।