परियोजना कार्य

यह दिशानिर्देश पुस्तिका आपको इस पाठ्यक्रम में किये जाने वाले परियोजना कार्य से परिचित कराएगी। परियोजना का अर्थ है शोध की एक प्रारम्भिक रूपरेखा तय करना। जैसा कि आप जानते हैं, मानव पर्यावरण 8 क्रेडिट का पाठ्यक्रम है जिसमें 6 क्रेडिट सैद्धान्तिक पाठ्यक्रम के हैं और 2 क्रेडिट परियोजना कार्य के हैं। हम आपको यह सलाह देते हैं कि आप सैद्धान्तिक परीक्षा में बैठने के तुरंत बाद या एक साल के भीतर ही अपना परियोजना कार्य पूरा कर लें। कृपया ध्यान रखें कि ग्रेड सम्पूर्ण पाठ्यक्रम के लिए दिये जाते हैं। इसलिए जब तक आप सैद्धान्तिक परीक्षा और परियोजना कार्य दोनों ही सफलतापूर्वक पूरा नहीं कर लेते तब तक आपको ग्रेड नहीं दिये जाएंगे।

हमने परियोजना कार्य के लिए कुछ विषय सुझाए हैं। आप इनमें से कोई भी चुन सकते हैं। आप इनमें थोड़ा संशोधन अवश्य कर सकते हैं या अपने शिक्षक/परामर्शदाता की सलाह सें कोई अन्य विषय चुन सकते हैं, लेकिन, कोई भी विषय चुनते समय कृपया निम्नांकित बातों का ध्यान रखें:

i) आप अपना परियोजना कार्य लगभग 60 घंटे में पूरा कर लें।
ii) विषय प्रासंगिक और सार्थक होना चाहिए।
iii) परियोजना कार्य आपकी क्षमता और पहुंच के भीतर होना चाहिए।

भाग क में हमने परियोजना कार्य संबन्धी सामान्य दिशानिर्देशों की सूची दी है। आप अपने परामर्शदाता की सलाह से इन दिशानिर्देशों को ठोस रूप दें। आपको किस प्रकार आगे बढ़ना है, यह आपके परियोजना कार्य पर निर्भर करता है। कुछ परियोजना कार्यों के लिए आपको सर्वेक्षण करने होंगे, साक्षात्कार लेने होंगे, प्रश्नावलियां आदि तैयार करनी होंगी, कुछ के लिए आपको मिट्टी, जल, और खाद के नमूनों का विश्लेषण करना होगा और कुछ अन्य परियोजना कार्यों के लिए आपको पुस्तकों, पत्रिकाओं या विश्वकोष का सहारा लेना पड़ सकता है।

सामान्यता आपको किसी एक समस्या या विषय से संबंधित आंकड़े अथवा सूचना एकत्र करनी होगी। आंकड़े एकत्र करने के बाद आपको उसका विश्लेषण कर अपने निष्कर्ष निकालने होंगे।

यह दिशानिर्देश पुस्तिका निम्नलिखित चार भागों में विभाजित है:

भाग क : सामान्य दिशानिर्देश

भाग ख : परियोजना कार्य सम्बन्धी सुझाव

भाग ग : पेड़ पौधों और जन्तुओं का प्रतिचयन

भाग घ : पर्यावरण को मॉनीटर करना

कृपया भाग क और ख को सावधानीपूर्वक पढ़ें। भाग ख को पढ़ते समय आपको भाग ग और घ को भी देखना पड़ सकता है।

परियोजना तथा अन्वेषण नवीनता की गतिविधि है। आप इसमें अपनी सैद्धांतिक जानकारी का उपयोग करते हुए अपने व्यवहार कौशल को विकसित कर सकते हैं। इससे आपको प्रथमतः सूचना एकत्र करने में मदद मिलेगी और दूसरे आप मानव पर्यावरण के संरक्षण से सम्बन्धित समस्याओं को समझ पाएंगे।

अब तक आपको अनुमान लग गया होगा कि परियोजना कार्य कितना रोचक हो सकता है और यह कितना उपयोगी है। हमें आशा है कि आप पाठ्यक्रम के इस भाग का भी आनन्द उठाएंगे।

भाग क : सामान्य दिशानिर्देश

इस भाग में आप यह जान पाएंगे कि आपको किस प्रकार अपने परियोजना कार्य का चयन करना है, योजना बनानी है तथा अपनी परियोजना कार्य करना है।

परियोजना कार्य का चयन करना

किसी भी परियोजना कार्य का सबसे महत्वपूर्ण और सबसे कठिन भाग होता है कि आप जो वास्तव में करना चाहते हैं उसे कैसे चुनें। इस समय आपको काफी सोच विचार और तैयारी करनी होगी ताकि जानकारी एकत्रित करने और उसके विश्लेषण के समय समस्याएं कम से कम उत्पन्न हों। ऐसे परियोजना कार्य का चयन करें जिसमें आपकी रूचि हो और जो आपको प्रेरित करता हो। लेकिन यह पारिस्थितिकी और पर्यावरण से सम्बन्धित होना चाहिए। आपको विषय, समय, उपकरण और अवस्थिति के हिसाब से व्यवहार्य होना चाहिए।

अपने परियोजना कार्य का चयन करते समय निम्नांकित महत्वपूर्ण बातों पर अवश्य ध्यान रखें:

i) ऐसे परियोजना कार्य का चयन न करें जिसका निष्कर्ष वही निकलता हो जो पहले से मालूम हो।

ii) ऐसे विषय का चयन करें जो अधिक व्यापक या सामान्य न हो।

iii) ऐसा विषय चुनें जिसमें अधिकांश सूचनाएं आप स्वयं एकत्र कर सकें। इससे आपके परियोजना कार्य में मौलिकता आएगी और दूसरे किसी व्यक्ति के आंकड़ों पर भरोसा करने की बजाय यह कहीं अधिक संतोषजनक होगा।

iv) आपकी अंतिम पसंद को कई अन्य बातें भी प्रभावित कर सकती हैं। आपके पाठ्यक्रम के किन हिस्सों में आपकी खास रूचि है? आप जो अन्य विषय ले रहे हैं क्या उनसे आपको मदद मिलेगी? उदाहरण के लिए जल-प्रदूषकों का विश्लेषण करते समय रसायन शास्त्र का ज्ञान सहायक हो सकता है। या आपके अपने क्षेत्र में अध्ययन के लिए किस प्रकार के पर्यावास (**habitat**) उपलब्ध हैं? क्या इनमें से किसी पर कोई खास बाहरी प्रभाव पड़ा है?

प्रोजेक्ट की योजना बनाना

कोई भी आंकड़े इकट्ठा करने से पहले परियोजना कार्य से सम्बन्धित विभिन्न गतिविधियों की योजना बनाएं तथा संभावित समस्याओं को भी ध्यान में रखें। आपको निम्नांकित बातों को सुनिश्चित करना चाहिए:

1) आपने अध्ययन के लिए जो पर्यावास चुना है वहाँ जाँच के दौरान आसानी से जाया जा सके।
2) सभी आवश्यक सामग्री आपको उपलब्ध हो।
3) यह पहले ही पता लगाने की कोशिश करें कि आप किसका नमूना इकट्ठा करने जा रहे हैं और आप इसे किस प्रकार करेंगे।
4) तय करें कि आपको कैसे शुरू करना है, यह भी विचार करें कि आपको एकत्र आंकड़े का विश्लेषण किस प्रकार करना है—खास तौर पर यदि इसमें सांख्यिकीय तकनीक की जरूरत हो।

परियोजना कार्य करना

योजना बनाने के बाद आप अपना परियोजना कार्य शुरू कर सकते हैं। इसे तीन चरणों में विभाजित किया जा सकता है:

चरण 1 आंकड़े इकट्ठा करना।
चरण 2 तालिका या ग्राफ के रूप में या सांख्यिकी द्वारा आंकड़े को संक्षिप्त रूप देते हुए उसका विश्लेषण करना।
चरण 3 1 एवं 2 को लिखित रूप में प्रस्तुत करना।

लिखित विवरण संक्षिप्त तथा क्रमवार होना चाहिए। इसे सार्थक रूप से निम्नांकित खण्डों में बांटा जा सकता है:

क) रूपरेखा और उद्देश्य
ख) प्रयोग में लायी गयी सामग्री तथा विधियां
ग) सर्वेक्षण और परिणाम
घ) विचार-विमर्श
च) आंकड़ों की सूची
छ) निष्कर्ष
ज) ग्रंथ सूची (प्रयोग की गयी पुस्तकें या लेख)

परियोजना कार्य में एक अन्य चरण है— प्राप्त परिणामों की व्याख्या। क्या परिणाम विश्वसनीय हैं? इसी प्रकार के जो कार्य पहले किये जा चुके हैं और जिनके विवरण दर्ज हैं उनके मुकाबले ये परिणाम कहाँ ठहरते हैं? इसकी संभावना बहुत कम है कि आपका परियोजना कार्य पूरी तरह मौलिक हो। इसलिए विषय की पृष्ठभूमि की जानकारी पाने के लिए सुझाई गई पाठ्यपुस्तकों का अध्ययन करें। इससे आपको आगे छान बीन के लिए कुछ नए विचार भी मिल सकते हैं। विचार-विमर्श के अंत में, मुख्य निष्कर्षों को संक्षिप्त रूप में लिखा जाना चाहिए। चित्रों से विषय अधिक प्रभावशाली बन सकता है अतः चित्रों को अपने मूलपाठ में अवश्य समन्वित करें। इसकी क्रमवार सूची बनाएं तथा अपने लिखित विवरण में इसका उल्लेख करें।

भाग ग और घ में हम आपको पेड़ पौधों तथा जन्तुओं के प्रतिचयन तथा पर्यावरण के मॉनीटरन से सम्बन्धित परियोजना कार्यों के लिए आम तौर पर प्रयोग में लाए जाने वाले उपस्करों एवं तरीकों की जानकारी देंगे।

भाग ख : परियोजना कार्य सम्बन्धी कुछ सुझाव

नीचे कुछ उन परियोजना कार्यों के बारे में सुझाव दिये गये हैं जिनमें प्रयोगशाला-कार्य तथा विज्ञान संबंधी पृष्ठभूमि की जरूरत होती है। विज्ञान के छात्र इन परियोजना कार्यों पर काम कर सकते हैं।

1. आपके क्षेत्र में सामान्य पक्षियों का वितरण और बहुलता स्वरूप

इस परियोजना कार्य से आपको पक्षियों से परिचित होने में मदद मिलेगी। पक्षी वनस्पति अच्छादक (**green cover**) और हमारे पारिवेष की गुणवत्ता के अच्छे संकेतक हैं। अगर पक्षियों की संख्या और विविधता अधिक है, तो इसका अर्थ है कि पर्यावरण की स्थिति अच्छी है।

आप अपने परियोजना कार्य को इस प्रकार विकसित करने की कोशिश करें:

अपने अवलोकन के लिए कोई भी अर्द्ध प्राकृतिक पर्यावास (**semi-natural habitat**) अर्थात् उद्यान, खेत, बगीचे, वृक्षारोपण, वाले लगभग आधा हेक्टेयर क्षेत्र को चुनिए। घास, झाड़ियों, पेड़ों की शाखाओं यहां तक कि मनुष्य द्वारा निर्मित बिजली के खंभों, टेलीफोन के खंभों आदि पर भी निगाह रखिए जहाँ पक्षी आकर बैठा करते हैं। अगर उपलब्ध हो, तो दूरबीन का प्रयोग इस कार्य के लिए उपयोगी होगा। पक्षी-अवलोकन के लिए आपकी दृष्टि चौकस रहनी चाहिए यानी पेड़ पौधों के रंग वाले कुछ पक्षी (जैसे हरे परिवेश में तोता) आसानी से आपकी नजर से चूक सकते हैं। आप पक्षियों पर दिन में तीन बार निगाह रखें। एक बार में उन पर 15 मिनट तक निगाह रखी जानी चाहिए। इसके तीन घंटे बाद आप दूसरी बार पक्षी-अवलोकन के लिए जाएं। अगर आपको सुविधा हो तो रात के समय विचरण करने वाले निशाचर पक्षियों पर निगाह रखने के लिए आप रात में जा सकते हैं। जब आप किसी चिड़िया को देखें तो उसका वहां एक आरम्भिक स्केच बना लें और फिर उस चिड़िया का सामान्य नाम, उसका भोजन, उसके खाने की आदतें, घोंसला बनाने की जगह आदि का पता लगाएं। संभव हो तो पक्षियों के वैज्ञानिक नामों का पता लगाएं और उन्हें लिख लें।

आप निम्नांकित बातों पर ध्यान रख सकते हैं:

i) वह स्थान जहाँ सबसे ज्यादा पक्षी देखे गये जैसे– पेड़ों की पुनगियाँ, झाड़ियाँ या पर्णावली (**foliage**)
ii) पक्षियों की बहुतायत में पाये जाने वाली और दुर्लभ किस्में
iii) अलग-अलग क्षेत्रों में देखे गये पक्षियों की संख्या जैसे वे क्षेत्र जहाँ पक्षियों को बार बार तंग नहीं किया जाता जैसे उन रास्तों से हट कर जहाँ से पैदल यात्री और वाहन बहुत कम गुजरते हैं, जहाँ पक्षियों को नियमित रूप से तंग किया जाता है (मुख्य सड़क के निकट या व्यस्त सड़कों पर), जो क्षेत्र प्रदूषित हैं (किसी कारखाने या उद्योग के निकट जहाँ से वायु या जल या भूमि पर प्रदूषक तत्व प्रवाहित होता है। और वे क्षेत्र जो प्रदूषण रहित हैं, इत्यादि।

2. ताजा जल में फॉस्फेट की मात्रा के लिए अपमार्जक (detergent) के योगदान का अनुमान

जल में फास्फेट के मौजूद होने से शैवाल (**algae**) की वृद्धि होती है। शैवाल जल-पारितंत्र की खाद्य शृंखला में भोजन का स्रोत है। लेकिन शैवाल की अधिकता से अतिपोषण (**eutrophication**) हो सकता है। अगर किसी गाँव/मोहल्ला/इलाके द्वारा कपड़े धोने के साबुन अथवा डिटरजेंट (अपमार्जक) का प्रयोग ज्यादा मात्रा में किया जाता है तो इसका असर आसपास के जल की गुणवत्ता पर पड़ सकता है, यदि घर का नाला उसी पानी में जाकर मिल जाता है। अगर नाले का पानी किसी उपचारण संयंत्र (**treatment plant**) में जाकर मिलता है तो इसका असर अभिक्रिया की कार्य प्रणाली पर पड़ेगा। हमारी पारम्परिक उपचारण (नल को साफ करने की) प्रणाली अधिकांश फॉस्फेटों को निकालने में अक्षम है इसलिये पेय जल की सफाई के बाद जो बेकार गंदा पानी नालों आदि में बहा दिया जाता है, उसमें यह फॉस्फेट मौजूद रहेगा और उन नदियों, सागरों, झीलों की भूमि में पहुँच जाएगा जहाँ पानी पहुँचता है।

आप इस विषय पर निम्नांकित परियोजना कार्य विकसित कर सकते हैं। अपने क्षेत्र में बीस घर चुन लें। हर घर में रहने वाले व्यक्तियों की एक तालिका बना लें। इस तरह हर घर में व्यक्तियों की औसत संख्या की गणना कर लें।

घर की गृहणी या अन्य व्यक्तियों से मिलकर इन बीस घरों में से हर महीने हर घर में प्रयोग किये जाने वाले डिटरजेंट (वाशिंग पाउडर, वाशिंग केक आदि) की मात्रा का अनुमान लगा लें। इसके बाद हर व्यक्ति द्वारा एक महीने में उपभोग की गयी डिटरजेंट की मात्रा का पता लगाएं। इसके लिए हर घर के व्यक्तियों की औसत संख्या से हरेक घर में प्रयुक्त साबुन की मात्रा को भाग दे लें।

अब एक साल में उपयुक्त मात्रा का पता लगाएं (मासिक उपभोग की मात्रा को बारह से गुणा कर दें)। अगर आपको अपने गाँव, मोहल्ले, नगर या इलाके में रहने वाले लोगों की संख्या की जानकारी है तो आप डिटरजेंट की वार्षिक खपत की मात्रा का पता लगा सकते हैं। डिटरजेंट में औसतन 10-15% फॉस्फेट होता है। इसलिए आप प्रयोग किये जाने वाले फॉस्फेट की मात्रा का पता लगा सकते हैं।

इस आंकड़े में आपको मोटे तौर पर यह मालूम हो सकता है कि आपके क्षेत्र में कितना डिटरजेंट इस्तेमाल किया जा रहा है और कितना फॉस्फेट उस जलराशि या भूमि में पहुँच रहा है जहाँ साफ किया गया पानी या बिना साफ किया गया जलमल (**sewage**) प्रवाहित होकर पहुंचता है। सारी जानकारी एकत्र करके उसका विश्लेषण करें और विवरण लिखें।

3. विभिन्न जलीय स्थानों का जैव प्रदूषण स्तर

जल में विद्यमान जैव प्रदूषण से जैव आक्सीजन की मांगें अथवा जै.आ.मां. पैदा होती है। पानी में जैव पदार्थों के उच्च स्तर से उच्च बी.ओ. डी. (जैव ऑक्सीजन माँग बायोलॉजिकल ऑक्सीजन डिमांड) पैदा होता है। आप **भाग घ** में दिये गये विंकलर **(winkler method)** तरीके से बी.ओ.डी. का अनुमान लगा सकते हैं लेकिन आप अत्याधुनिक उपकरण और रसायनों का प्रयोग किये बिना भी इसका अनुमान लगा सकते हैं।

नदी, तालाब, गड्ढा, झील, नल का पानी, ट्यूबवेल का पानी, सागर, घर के गंदेजल का नाला, औद्योगिक जल का नाला आदि में से कुछ जल स्रोत चुन लें (आप अपने इलाके के अनुसार इनमें से कुछ को चुन सकते हैं)। ढक्कन वाली खाली बोतलें रख लें। दवाएं, शैम्पू, केश तेल आदि की खाली बोतलें ले सकते हैं। प्रत्येक बोतल में एक तरह के पानी का नमूना भर लें। हर बोतल में लगभग एक इंच जगह खाली छोड़ दें। बोतल का ढक्कन मजबूती से बंद कर दें। बोतलों पर लेबल चिपका दें ताकि यह पता लग सके कि किस बोतल में कौन सा पानी भरा है। हर बोतल को अलग अलग मोटे कागज में लपेट लें। (जाड़े की ऋतु हो तो बोतलों को धूप में या ज्यादा गर्मी न हो तो छायादार स्थान में रख दें। हर दो-तीन घंटे के बाद प्रत्येक बोतल के ढक्कन को खोलकर पानी को सूंघ कर देखें। आप पाएंगे कि कुछ बोतलों में बदबू आ रही है जबकि बाकी में से नहीं आ रही। जिस बोतल में जितनी अधिक बदबू होगी उस बोतल के पानी में उतना ही ज्यादा जैविक प्रदूषण होगा और उतना ही अधिक उस जलराशि का जै.आ.मां. अथवा बी.ओ.डी. होगा। यह पता लगाने की कोशिश करें कि किस नमूने में सबसे ज्यादा जैव प्रदूषण है। संभव हो तो इसके कारण का भी पता लगाएं।

4. गैर-प्रदूषित और प्रदूषित क्षेत्रों में मिट्टी में रहने वाले जीवों की विविधता और बहुतायत

बरसात के दिनों में आपके लिए यह परियोजना कार्य करना आसान रहेगा क्योंकि बरसात में मिट्टी गीली हो जाती है। आप स्वयं अपने अन्वेषित किए गए तरीके से तरह तरह के जीव एकत्र कर सकते हैं। आपको मिट्टी के दो नमूने लेने हैं– एक उस क्षेत्र में जहां प्रदूषण होने की सबसे कम संभावना है जैसे कोई पार्क या खेत से और दूसरा कोई प्रदूषित क्षेत्र से। यह सड़क के किनारे की मिट्टी हो सकती है या ऐसे इलाके की मिट्टी जो किसी कल-कारखाने के निकट है या उस खेत की मिट्टी जहां कीटनाशक का नियमित छिड़काव किया जाता है। एक या डेढ़ घनफुट इलाके की मिट्टी खोदकर इकट्ठा कर लें (मिट्टी के नमूने इकट्ठा करने के बारे में भाग ग में बताया गया है)। मिट्टी के जीवों को टलग्रेन कीप **(tullgren funnel)** से अलग किया जा सकता है। आप यह कीप स्वयं बना सकते हैं। प्लास्टिक की एक कीप ले लें। यह बाजार में आसानी से मिलती है। इसमें मिट्टी भर दें। ऊपर से सूर्य की या नकली रोशनी दिखाएं। चूंकि मिट्टी में रहने वाले जीवन प्रकाश से दूर भागते **(negative phototropic)** हैं इसलिए यह नीचे चले जाते हैं। इन्हें कागज की प्लेटों या डिश **(dish)** में इकट्ठा कर लें। इन जीवों को पहचानें कि ये क्या हैं– कीड़े-मकोड़े, कुटकी, कनखजूरे या गोजर। इनकी कुल संख्या और हर प्रकार के जीवों की संख्या गिन लें। आप मिट्टी में पाये जाने वाले अलग अलग जीवों के चित्र भी बना सकते हैं। दो अलग अलग मिट्टी के नमूनों में जीवों की विविधता और बहुतायत की तुलना करें। अपनी जानकारी की व्याख्या करें और परियोजना कार्य की रिपोर्ट लिख लें।

5. अपने इलाके में बिजली के अपव्यय (wastage) का अनुमान लगाना

बिजली अधिकांशतः ताप बिजलीघरों या जल विद्युत परियोजनाओं के द्वारा पैदा की जाती है। परमाणु स्रोत से बहुत कम बिजली प्राप्त होती है। बिजली पैदा करने वाली प्रत्येक प्रक्रिया से पर्यावरण पर दबाव पड़ता है। यह दबाव वायु प्रदूषण, जल प्रदूषण, वनों के कटाव, नदियों पर बांध बनाने तथा कृषि और वन भूमि के पेड़-विहीन होने आदि के रूप में हो सकता है इसलिए बिजली के अपव्यय का अर्थ है पर्यावरण का तेजी से विनाश।

अपने इलाके में दस या बीस घर या किसी अन्य प्रकार का भवन चुन लें। यह दुकान, स्टोर या कार्यालय आदि हो सकते हैं। प्रत्येक घर या भवन में एक बार दिन में और एक बार अंधेरा होने पर जाएं (घर या भवन के मालिक से प्रवेश की आवश्यक अनुमति ले लें), कार्यालय अंधेरा होने पर बंद मिल सकता है इसलिए वहां केवल दिन में ही जाएं। हर बार जाने के बाद उन बत्तियों, पंखों, कूलरों, एयरकंडीशनरों या बिजली के ऐसे ही अन्य उपकरणों की सूची बना लें जो व्यर्थ चल रहे हों। इसके बाद फिर कुल व्यय की एक सूची बनाएं। उदाहरण के लिए, आप शायद पाएं कि खाली कमरों में भी पंखे चल रहे हैं या बिना जरूरत के बत्ती जल रही है। फिर, बिजली के अपव्यय का आकलन कर लें। आप बल्ब को औसत 60 वाट, ट्यूब लाइट को 60 वाट, कूलर को 100 वाट, एयरकंडीशनर को 1000 वाट और हीटर को 1000 वाट का मान सकते हैं। उपयोगी खपत तथा अपव्यय का प्रतिशत निकालने की कोशिश करें।

6. खाद्य सामग्री में मिलावटी पदार्थों का विश्लेषण और उनके प्रभाव का मूल्यांकन

इस पाठ्यक्रम के खंड 4 में आपने खाद्य सामग्री में मिलाये जा सकने वाले पदार्थों **(food additives)** के बारे में पढ़ा है अतः आप इस विषय के लिए खंड 4 की सहायता ले सकते हैं। खाद्य-पदार्थ को रंगने वाले कुछ तत्व स्वीकृत सूची में हैं, जबकि कुछ मिलाये जाने वाले पदार्थ स्वास्थ्य के लिए खतरनाक होते हैं और कुछ से तो कैंसर तक हो सकता है इसलिए उनका प्रयोग वर्जित है। किसी मिठाई की दुकान, चाट वाले, शर्बत बेचने वाले, या टॉफी आदि बेचने वाली छोटी दुकानों पर चले जाइए। उन वस्तुओं की सूची बनाइए जिनमें रंगने वाले तत्वों का प्रयोग नहीं किया जाता है और जिनमें प्रयोग किया जाता है। यह पता लगाने की कोशिश कीजिए कि कुल बेचे गये सामान में उन वस्तुओं का प्रतिशत कितना है जिनमें रंगने वाले तत्वों का प्रयोग होता है। आप एक या दो ऐसी दुकानों में उस आयु वर्ग के ग्राहकों की भी सूची बना सकते हैं जो इन रंगे हुए उत्पादों का प्रयोग करते हैं। एक आयु वर्ग 6 वर्ष से नीचे का, दूसरा 6-18 वर्ष, अगला 18-40 वर्ष और एक 40 से ऊपर का रख सकते

हैं– इन्हें शिक्षित, अशिक्षित में विभाजित कर सकते हैं। फिर यह पता लगाने की कोशिश करें कि कौन सा आयु वर्ग रंगे हुए उत्पादों को अधिक पसंद करता है और फिर यह पता लगाएं कि क्या रंगे हुए खाद्य पदार्थों की खपत का शिक्षा से कोई सम्बन्ध है।

नीचे उन प्रोजेक्टों के लिए कुछ सुझाव दिये गये हैं जिनमें सर्वेक्षण, साक्षात्कार प्रश्नावली, आदि की आवश्यकता पड़ती है। ये परियोजना कार्य विज्ञान/गैर विज्ञान दोनों ही प्रकार के छात्रों द्वारा चुने जा सकते हैं।

1. वर्तमान पर्यावरण बनाम स्वास्थ्य

वर्तमान पर्यावरण का मानव के स्वास्थ्य पर प्रत्यक्ष के साथ ही अप्रत्यक्ष प्रभाव भी पड़ता है। जो घर हवादार हैं और जिनमें भीड़भाड़ ज्यादा नहीं है वहां अच्छा स्वास्थ्य कायम रखने में मदद मिलती है। दूसरी ओर विभिन्न हिस्सों का कम हवादार होना, कमरों में ज्यादा भीड़भाड़, सूर्य की किरणों का घर में प्रवेश न होना आदि का इन घरों के लोगों पर प्रतिकूल असर डाल सकता है।

अपने इलाके में अलग अलग आकार और डिजाइनों के 20 या 30 घर चुन लें। इन घरों मे बारी बारी से जाएं। इन घरों की मुख्य विशेषताओं को नोट कर लें जैसे:

i) घर में कमरों की संख्या
ii) घर में किन हिस्सों में सूर्य की रोशनी पहुंचने की संभावना है
iii) घर का हवादार होना–अच्छा, मध्यम या खराब, खास तौर पर रसोई और शयनकक्ष के लिए
iv) हर घर में या संभव हो तो हर कमरे में रहने वाले लोगों की संख्या
v) घर या आसपास कोई हरियाली है या नहीं
vi) कोई फेफड़े या सांस की बीमारी से पीड़ित तो नहीं, अगर सीधा सवाल पूछकर संभव न हो तो अप्रत्यक्ष रूप से कुछ सवाल पूछकर यह पता किया जा सकता है
vii) घर में रहने वाले लोगों के स्वास्थ्य का सामान्य स्तर।

फिर, इन घरों में रहने वाले लोगों के स्वास्थ्य के स्तर को निम्नांकित कारणों पर आधारित करने की कोशिश करें जैसे कि :

i) एक कमरे में रहने वाले लोगों की संख्या
ii) एक घर में रहने वाले लोगों की संख्या
iii) शयनकक्ष, रसोई कितने हवादार हैं
iv) खाना पकाने के लिए किस प्रकार के ईंधन का इस्तेमाल किया जाता है
v) घर में या आसपास कितनी हरियाली है।

2. समाज के विभिन्न वर्ग के लोगों में पर्यावरण संबंधी जागरूकता

इस विषय का मुख्य उद्देश्य समाज के विभिन्न वर्ग के लोगों में पर्यावरण के बारे में जागरूकता के स्तर का पता लगाना है।

i) सर्वप्रथम गिने चुने लोगों से जानकारी प्राप्त करने के लिए विस्तृत प्रश्नावली तैयार करें। प्रश्नावली इस तरह से तैयार करें कि उत्तर देने वाला पर्यावरण संबंधी वर्तमान विषयों जैसे वायु प्रदूषण, जल प्रदूषण, ओज़ोन की परत में कमी, कीटाणुनाशकों के इस्तेमाल और पर्यावरण पर इसका असर, वनों की कटाई, भूमिक्षरण, बांधों के निर्माण का असर, उपभोक्तावाद, पर्यावरण संबंधी विषयों पर सरकारी नीतियां, गैर सरकारी संगठनों आदि की भूमिका आदि के बारे में अपने विचार या जानकारी साफ साफ व्यक्त कर सके। प्रश्नावली में मुख्यतः बहुविकल्प प्रश्न (Multiple choice questions) होने चाहिए। (नोट : आपकी सुविधा के लिए इस भाग के अंत में प्रश्नावली का एक नमूना दिया गया है। आप परियोजना के विषयों के अनुसार इसमें आवश्यक संशोधन कर सकते हैं।)
ii) इस प्रश्नावली को समाज के निम्नांकित वर्ग के 20-30 चुने हुए लोगों को दिया जाना चाहिए:
   क) उच्च आय वर्ग
   ख) मध्यम आय वर्ग
   ग) निम्न आय वर्ग
   घ) गंदी बस्ती या फुटपाथ पर रहने वाले लोगों का वर्ग
iii) जहां आपको लगे कि प्रश्नावली व्यवहार नहीं है, आप निजी साक्षात्कार द्वारा उसी प्रकार की जानकारी एकत्र कर सकते हैं।
iv) अलग अलग उत्तरों की तुलना करें और इनमें भिन्नता के कारणों का पता लगाएं।
v) जवाबों में भिन्नता को उत्तरदाता के समाचार पत्र, रेडियो, टी.वी. आदि माध्यमों के प्रभावों से संबद्ध होने पर आधारित करें।

3. पर्यावरण संबंधित समस्याओं का विभिन्न माध्यमों द्वारा प्रसार और जनसाधारण पर उसका प्रभाव

i) आप एक महीने में लगातार दस दिनों तक के हिसाब से दो या तीन महीनों तक अपने इलाके में उपलब्ध समाचार पत्रों को देखें। आप राष्ट्रीय स्तर के कुछ समाचार पत्र (जैसे हिन्दुस्तान टाइम्स, टाइम्स ऑफ इंडिया, इंडियन एक्सप्रेस, स्टेट्समैन, हिन्दू, अमृत बाजार पत्रिका, नवभारत टाइम्स, जनसत्ता आदि) और राज्य या स्थानीय स्तर के समाचार पत्र, जो हिन्दी, उर्दू, तमिल, तेलुगू, बंगला या किसी

अन्य भाषा के हों, चुन सकते हैं। आप पर्यावरण संबंधी तथा अपराध संबंधी समाचारों को अलग-अलग चिन्हित कर लें। अनुमान लगाएं कि किस प्रकार के समाचार को कितना स्थान दिया गया है। उदाहरण के लिए, कोई समाचार कितने कॉलम का है। एक कॉलम, दो कॉलम, तीन कॉलम और अधिक अर्थात् लम्बाई (लगभग) कितनी है– 2 सें.मी., 5 सें.मी., 10 सें.मी., 20 से.मी., आदि। फिर बीस दिनों तक (प्रतिमाह दस दिन) देखें कि हर खबर में दोनों प्रकार के समाचारों को कितना स्थान दिया गया है।

ii) पता लगाएं कि कितने लोग इन दोनों प्रकारों के समाचार पढ़ते और वे इन्हें कितना महत्व देते हैं। इसी प्रकार से टेलीविजन और रेडियो के समाचारों में भी पर्यावरण संबंधित समाचारों के महत्व को ज्ञात किया जा सकता है।

iii) अपने निवास के निकट साक्षात्कार द्वारा या प्रश्नावली तैयार कर के दो या तीन इलाकों में इन संचार-माध्यमों के बारे में सर्वेक्षण करें कि कितने सफल रहे हैं।

iv) प्रश्नावली से यह पता लगाएं कि लोगों को पर्यावरण संबंधी जानकारी देने के लिए कौन सा संचार माध्यम सबसे ज्यादा शक्तिशाली है?

v) पर्यावरण संबंधी जागरूकता को प्रसारित करने में विभिन्न संचार माध्यमों की सफलता या विफलता के कारणों का पता लगाएं, और

vi) जनसाधारण के बीच पर्यावरण संबंधी जागरूकता पैदा करने में सभी संचार माध्यमों (मीडिया) को प्रभावशाली बनाने के लिए किए जाने वाले उपायों की चर्चा करें।

4. शिक्षित और अशिक्षित परिवारों में जनसंख्या में वृद्धि की पद्धति का तुलनात्मक अध्ययन

अपने इलाके में ऐसे दस परिवारों को चुनें जो पर्याप्त रूप से शिक्षित हों यानी पिछले दो दशक में जिन परिवारों के लोगों ने कॉलेज, स्कूल, विश्वविद्यालय में शिक्षा ग्रहण की हो। उसी इलाके से या नजदीक के इलाके से ऐसे दस परिवार चुनें जिनमें शिक्षा लगभग नहीं के बराबर है।

इन परिवारों में जाकर यह नोट करें कि हर परिवार में इस समय कितने सदस्य हैं और बीस साल पहले कितने सदस्य थे। संख्या आपको आसानी से मिल जाएगी। बीस साल पुरानी जानकारी के लिए आपको परिवार के बुजुर्ग सदस्यों से बात करनी होगी। इसके लिए, आप उन सदस्यों की संख्या को घटा सकते हैं जिनकी उम्र 20 वर्ष से कम है। बीस वर्षों में जिन लोगों की मृत्यु हुई हो उसे भी जोड़ना होगा। इन सभी तरीकों को अपनाकर आप जानकारी के एक सही स्तर तक पहुंच सकते हैं।

हर परिवार में अलग अलग आबादी की बढ़ोत्तरी की गणना करें। फिर दोनों समूहों (शिक्षित और अशिक्षित) के हिसाब से गणना करें। अब परिवारों में शिक्षा के स्तर के हिसाब से जनसंख्या में वृद्धि का अध्ययन कर के अपनी रिपोर्ट लिखें।

5. पर्यावरण के संरक्षण संबंधी आंचार के अनुसार विकासशील और विकसित देशों की तुलना

भौतिक और जैविक संसाधनों के संरक्षण पर विकासशील और विकसित दोनों ही प्रकार के देशों में काफी महत्व दिया जाता है।

संरक्षण की स्थिति के तुलनात्मक अध्ययन के लिए विश्व स्वास्थ्य संगटन (World Health Organisation–WHO) और विश्व वन्य जीवन कोष (World Wildlife Fund – WWF) की रिपोर्ट का अध्ययन करें।

सूचना एकत्रित करने के बाद विकासशील और विकसित देशों में पर्यावरण के संरक्षण संबंधी आचार में अंतर के कारणों का विश्लेषण करें और उन्हें देशों की आर्थिक स्थिति पर आधारित करते हुए उसकी व्याख्या करें और अपनी प्रोजेक्ट रिपोर्ट लिखें। आप अपने आप से निम्नांकित प्रश्न पूछ सकते हैं:

i) क्या संरक्षण के आचार-व्यवहार का संबंध राष्ट्र की सम्पत्ति से है?

ii) क्या विकसित देश विकास और संरक्षण के बीच सामंजस्य स्थापित कर पाए हैं?

iii) विकासशील देश विकसित देशों के अनुभवों से क्या कुछ सीख सकते हैं?

एक आदर्श प्रश्नावली

1. आपके इलाके में जल की उपलब्धता की क्या स्थिति है? पिछले पाँच वर्षों में–
   क) यह बढ़ा है
   ख) यह घटा है
   ग) यह पहले जितना ही रहा है
   घ) मालूम नहीं

2. आपके इलाके में हवा कैसी है? पिछले कुछ वर्षों में–
   क) यह पहले से बेहतर हुई है (प्रदूषण से मुक्त)
   ख) पहले से ज्यादा खराब हुई है (ज्यादा प्रदूषित)
   ग) पहले जैसी ही है
   घ) मालूम नहीं

3. आपके इलाके में पेड़-पौधों, उद्यानों, खेतों, हरित क्षेत्रों की क्या स्थिति है? पिछले कुछ वर्षों का मूल्यांकन कीजिए।
   क) क्या इनमें वृद्धि हुई है
   ख) क्या इनकी संख्या कम हुई है
   ग) क्या ये पहले जैसे ही हैं
   घ) मालूम नहीं

4. आप अपने इलाके में आसानी से कितने प्रकार के पक्षियों को देख सकते हैं। क्या आपको लगता है कि इनकी संख्या–
   क) बढ़ी है
   ख) घटी है
   ग) पहले जैसी है
   घ) कभी ध्यान नहीं दिया

5. बढ़ती हुई भीड़भाड़ अब हर जगह देखी जा सकती है। पिछले कुछ वर्षों में इस दृष्टि से आप अपने इलाके का मूल्यांकन करें। क्या यह–
   क) बढ़ी है
   ख) कम हुई है
   ग) पहले जैसी है
   घ) मालूम नहीं

6. स्वास्थ्य की कुछ समस्याएं पर्यावरण की स्थिति से सीधे सीधे जुड़ी हुई हैं। हैजा इनमें से एक है। क्या आपको हैजा का कोई रोगी मिला है। यदि हाँ, तो निम्नांकित का उत्तर दीजिए:

   क) रोगी की उम्र

   .....

   ख) वह बच सका या उसकी मृत्यु हो गई

   .....

   ग) यह संक्रमण रोगी को कैसे लगा

   .....

   घ) क्या आप इसके लिए किसी व्यक्ति/संगठन को उत्तरदायी ठहरा सकते हैं।

   .....

7. धूम्रपान स्वास्थ्य के लिए और साथ ही पर्यावरण के लिए भी हानिकारक है। आप अपने परिवार में यह देखें कि पिछले कुछ वर्षों में धूम्रपान–
   क) कम हुआ है
   ख) बढ़ा है
   ग) पहले जितना ही रहा है
   घ) कोई धूम्रपान नहीं करता

8. अपने घर के विभिन्न कमरों (रसोई धर साहेत) को देखें कि क्या वे पर्याप्त रूप से हवादार हैं। यह नोट करें कि क्या–
   क) सभी कमरे पूरी तरह हवादार हैं
   ख) 75% कमरे हवादार हैं
   ग) 50% कमरे हवादार हैं
   घ) 50% से कम कमरे ही हवादार हैं

9. आपके इलाके में वायु प्रदूषण का सबसे महत्वपूर्ण स्रोत कौन सा है? इसका पता लगाएं और फिर सुझाएं कि इस समस्या को कैसे सुलझाया जा सकता है?

.....

.....

.....

.....

.....

10 शहरी और ग्रामीण इलाकों में आमतौर पर प्रदूषित जल पाया जाता है। क्या आपके इलाके में भी ऐसा ही है? अगर हाँ तो आपको स्थिति कैसी लगती है?
   क) बहुत खराब
   ख) सामान्य स्तर का प्रदूषण
   ग) इसे सहन किया जा सकता है
   घ) मालूम नहीं

11. क्या आप हाल में किसी पहाड़ी क्षेत्र में गये हैं? उस इलाके में पर्यावरण की स्थिति के बारे में आपके क्या विचार हैं। इस संबंध में एक विवरण लिखिए।

.....

.....

.....

.....

.....

12. आपके घर में कौन सा ईंधन इस्तेमाल किया जाता है?
   क) जलावन की लकड़ी
   ख) कोयला
   ग) गैस
   घ) मिट्टी का तेल
   च) उपले
   छ) एक से अधिक किस्म का ईंधन

13. क्या आप अपने परिवार में ईंधन की खपत में कमी लाने के बारे में कुछ उपाय सुझा सकते हैं। प्रति व्यक्ति प्रदूषण क्षमता के हिसाब से 1 से 8 तक निम्नांकित ईंधनों को श्रेणीबद्ध कीजिए (पूर्ण क्षमता उपयोग को ध्यान में रखते हुए)।
   क) स्कूटर (पेट्रोल)
   ख) बस (डीज़ल)
   ग) ट्रेन (डीज़ल)
   घ) साइकिल
   ङ) कार (पेट्रोल)
   च) कार (डीज़ल)
   छ) ट्रेन (भाप चलित)
   ज) ट्रेन (बिजली से चलने वाली)

14. क्या आपने पिछले सप्ताह पर्यावरण के संरक्षण की दिशा में कुछ किया है। यदि हाँ, तो संक्षिप्त विवरण दें।

.....

.....

.....

.....

15. क्या आपने कभी अनुमान लगाया है कि आपके घर में बत्ती, पंखा, कूलर, और बिजली के अन्य उपकरणों के अनावश्यक चलते रहने से कितनी बिजली का अपव्यय होता है। इस आंकड़े को प्रतिशत के हिसाब से बताएं :
   क) 10% से कम
   ख) 10-20%
   ग) 20-30%
   घ) 30% से अधिक

16. आपने कभी कोई बायोगैस/गोबर गैस संयंत्र देखा है। अगर नहीं तो जहां स्थापित हो वहाँ जाकर देखने की कोशिश कीजिए। इसकी विशेषताएं और पर्यावरण के लिए इसके लाभों का वर्णन कीजिए।

.....

.....

.....

.....

.....

17. आप प्रतिदिन कागज़ का इस्तेमाल करते हैं। यह कागज़ उन कारखानों से आता है जो जंगल की लकड़ी की लुग्दी से कागज़ बनाते हैं। आप अपनी नोट बुक, अभ्यास पुस्तिका, टाइपिंग पैड आदि को देखिए और अनुमान लगाइए कि कितना कागज़ बरबाद हुआ है (कागज़ में वह खाली छोड़ा गया स्थान जिसमें कुछ लिखा जा सकता था)
   क) 10% से कम
   ख) 10-20%
   ग) 20-30%
   घ) 73%

18. आपने कोई जंगल देखा है। आप इसके बारे में क्या सोचते हैं? क्या इसके क्षेत्रफल में पिछले कुछ वर्षों में—
   क) कमी आयी है
   ख) बढ़ोत्तरी हुई है
   ग) पहले जितना ही है
   घ) इसके कारणों का पता लगाने की कोशिश कीजिए और नीचे दिये गये स्थान में उन्हें लिखिए

.....

.....

.....

19. आपके पास थोड़ी बहुत खुली जगह होगी जहां मिट्टी या गमलों में पौधे उगाए जा सकते हैं। आपके घर में कुल खुली जगह में से कितनी जगह हरी-भरी है।
   क) 25% से कम
   ख) 25-50%
   ग) 50-75%
   घ) 75% से अधिक

20. फूलपत्ती और सब्जियां आदि उगाना न केवल पर्यावरण की दृष्टि से बल्कि स्वास्थ्य और धन के हिसाब से भी अच्छा है। अपने इलाके में उन घरों की गिनती कीजिए जहां अच्छे बगीचे हैं और कुल घरों के हिसाब से उनके प्रतिशत की गणना कीजिए।
    क) 25% से कम
    ख) 25-50%
    ग) 50-75
    घ) 75 % से अधिक

उत्तरदाता के संदर्भ में निजी प्रश्न

नाम

आयु वर्ग

लिंग

वैवाहिक स्थिति

शैक्षिक योग्यताएं

व्यवसाय

वार्षिक आय

भाग ग : पेड़-पौधों और जंतुओं का प्रतिचयन

पारिस्थितिकी संबंधी अध्ययन में एक प्रमुख व्यवहारिक समस्या है आबादी के वितरण आकार और बहुलतास्वरूप में परिवर्तन का निर्धारण। इसमें सही जनसंख्या मूल्य (population value of interest) का जिसे पैरामीटर (प्राचल) कहते हैं, संख्या के हिसाब से लगाए गये अनुमान पर आधारित नमूना बनाने की समस्या निहित है। यह कुल आबादी की विविधता को ध्यान में रखते हुए पौधों या जानवरों की कुल संख्या, आबादी का घनत्व, औसत जीवित रहने की दर, आबादी में पुरुषों का अनुपात, प्रति पौधे के हिसाब से बीज का उत्पादन आदि हो सकती है। बेहतर यही होगा कि नमूने यत्र-तत्र (random) लिए जाएं ताकि सभी प्रकार के नमूनों के चुने जाने की संभावना अवश्य बनी रहे।

पार्थिव वनस्पति या पेड़-पौधे

एक प्रमुख स्थान पर पेड़-पौधों के विश्लेषण के अनेक तरीके हैं और उनसे संबंधित जानकारी दर्शन तथा सांख्यिकीय आंकड़ों पर साहित्य व्यापक है। किसी खास अध्ययन के लिए कौन से तरीके का चयन किया जाए– यह एक महत्वपूर्ण निर्णय है। इस भाग में कुछ चुने हुए तरीकों और उनकी लाभ-हानि के बारे में टिप्पणियां दी गयी हैं।

नमूने के प्लॉटों के चतुष्कोणक (Quadrats)

चतुष्कोणक वास्तव में नमूने चुनने का एक यूनिट या इकाई क्षेत्रफल का एक वर्ग है। यह एक अकेला नमूना वर्ग हो सकता है या इसे उप-प्लॉटों में विभाजित किया जा सकता है। चतुष्कोणक की संख्या, आकार और व्यवस्था अलग-अलग हो सकती है। यह पेड़-पौधों की किस्म और अध्ययन के उद्देश्य पर निर्भर करता है।

चतुष्कोण के आकार को समुदाय की विशेषताओं के अनुरूप होना चाहिए। जितने ही अधिक पेड़-पौधे हों उतना ही बड़ा या अधिक संख्या में चतुष्कोणक होने चाहिए। जंगल के पेड़ों के नमूने चुनने के लिए 100 वर्ग मीटर प्लॉट एक लोकप्रिय आकार है लेकिन पेड़ों की संख्या अधिक हो या पेड़ की कई किस्में हैं तो प्लॉट का आकार बड़ा भी हो सकता है। झाड़ियों और छोटे छोटे पेड़ों के लिए छोटे 10 वर्ग मीटर प्लॉटों का उपयोग किया जा सकता है। घास और शाकीय पौधों के लिए एक वर्ग मीटर आकार ठीक रहेगा। चतुष्कोणक वर्गाकार आयताकार या वृत्ताकार हो सकता है। वृत्ताकार प्लॉट बनाना सबसे आसान होता है क्योंकि इसमें केवल एक मध्य खूंटे और वांछित लम्बाई की डोरी की जरूरत पड़ती है। आयताकार प्लॉटों से पेड़-पौधों के संघटन के ज्यादा सही नमूने प्राप्त होते हैं।

काम पर लगायी गयी नमूना यूनिटों की गिनती हमेशा कुछ समस्याएं पैदा करती है। यह संख्या समुदाय की विशेषता जांच के उद्देश्य, परिणामों की वांछित सूक्ष्मता की मात्रा आदि के अनुसार घटती बढ़ती है। अंतिम संख्या ज्यादातर स्वेच्छानुसार (arbitrary) होती है। एक बार एक मध्यमान के गिर्द सामान्य वितरण स्थापित हो जाने पर सांख्यिकीय तरीकों का प्रयोग कर नमूने की विश्वसनीयता और किसी भी सही मात्रा की सूक्ष्मता के लिए आवश्यक नमूनों की संख्या निर्धारित की जा सकती है।

चतुष्कोणक के प्रकार

चतुष्कोणक अधिकतर रिकार्ड किये गयें आंकड़े की किस्म के अनुसार पुकारे जाते हैं।

1. सूची (लिस्ट) चतुष्कोणक में पाए जाने वाले पेड़-पौधों के नाम की सूची बनाई जाती है। लिस्ट चतुष्कोणक की एक शृंखला से क्षेत्र में पेड़-पौधों की स्थिति की भौगोलिक जानकारी मिलती है और जीवों की बहुलता का सूचीबद्ध विवरण मिलता है।
2. गिनती (काउंट) चतुष्कोणक में पेड़-पौधों की विभिन्न प्रजातियों के नाम एवं उनकी संख्या रिकार्ड की जाती है। ब्राउज़ (Browse) अध्ययन के चतुष्कोणक इस श्रेणी में आते हैं। वन सर्वेक्षण कार्य में इसका व्यापक प्रयोग किया जाता है। वनों के अध्ययन में ऊँचाई, मोटाई और आधारीय क्षेत्र (basal area) जैसी अतिरिक्त जानकारी भी प्राप्त की जाती है।
3. आच्छादन (कवर) चतुष्कोणक द्वारा वास्तविक या संबंधीत आच्छादन दर्ज किया जाता है। यह प्रायः पेड़-पौधों द्वारा आच्छादित भूमि के क्षेत्रफल के प्रतिशत के रूप में प्रदर्शित होता है।
4. चार्ट चतुष्कोणक में चतुष्कोणक को पैमाने में परिवर्तित किया जाता है ताकि अलग अलग पौधे की अवस्थिति को बताया जा सके। यह कठिन कार्य खासतौर पर शाकीय वनस्पति, काई और शैवाल के दीर्घकालिक अध्ययन में उपयोगी है।

इलाके की आड़ी कटाई (Belt Transect)

चतुष्कोणक तरीके का एक दूसरा रूप इलाके की आड़ी कटाई है। आड़ी कटाई (ट्रान्सेक्ट) किसी इलाके का पट्टी के आकार का एक टुकड़ा है जिसका प्रयोग रिकार्ड करने, नक्शा बनाने या वनस्पति के अध्ययन के लिए किया जाता है। एक ही इलाके के पेड़-पौधों में स्वभावतः निरन्तरता पाई जाती है, इस कारण ट्रान्सेक्ट का प्रयोग इसके पेड़-पौधे के संघटन में परिवर्तन को पर्यावरण में परिवर्तन करने में किया जा सकता है। एक नमूना क्षेत्र के रूप में ट्रांसेक्ट को अलग पर्यवेक्षण के रूप में गिना जा सके। पट्टियों को अंतरालों (intervals) में भी बांटा जा सकता है और प्रत्येक अंतराल को प्लॉट के रूप में माना जा सकता है। इस विधि में तीन चरण हैं–

1. जिस स्थान का नमूना लिया जाना है उसके कुल क्षेत्रफल का निर्धारण करें। फिर कुल नमूना क्षेत्र प्राप्त करने के लिए उसे 5 या 10 पट्टियों में विभाजित करें।
2. पहले से निर्धारित लंबाई-चौड़ाई के बेल्ट ट्रांसेक्टों (पट्टी के आकार की आड़ी काटों) की एक शृंखला बनाएं जो नमूने के पूरे क्षेत्र के अध्ययन के लिए पर्याप्त हों, फिर इन ट्रांसेक्टों को बराबर आकार के खंडों (segments) में बांट दें। इन इकाइयों को कई बार चतुष्कोणक या प्लॉट कहते हैं लेकिन ये वास्तव में चतुष्कोणक नहीं हैं, क्योंकि ये नमूना इकाई न होकर मात्र प्रेक्षण इकाई (observational unit) हैं।
3. आप जिस प्रकार का विवरण चाहते हों उसी के अनुरूप पेड़-पौधे की हर इकाई में गणना करें जैसे पेड़-पौधे के साथ साथ बढ़ने की प्रवृत्ति (sociability), बारंबारता (frequency) और कुल संख्या (stem count) खंडों वाले बेल्ट ट्रांसेक्ट में एक एक खंड को छोड़ छोड़ कर गणना का तरीका भी अपनाया जा सकता है। समझा जाता है कि इससे शुद्धता में बहुत साधारण अंतर पड़ता है। (ऊस्टिंग 1956) उदाहरण के लिए किसी क्षेत्र की वनस्पति संरचना को समझने में 6 मीटर लम्बी पट्टी पर वितरित 10 चतुष्फलक, सांख्यिकी की दृष्टि में उतने ही दक्ष होंगे जितने कि 3 मीटर लम्बी पट्टी पर वितरित 10 चतुष्फलक।

अच्छाइयाँ तथा कमियाँ

इस तरीके की अपनी अच्छाइयाँ तथा कमियाँ हैं। यह लोकप्रिय तथा सरल तरीका है। अगर प्रजाति विशेष पूरे क्षेत्र में अनियमित रूप से फैली हो तो नमूने के आकार के आधार पर इसकी शुद्धता तथा प्रजाति के घनत्व को आंका जा सकता है। लेकिन प्रजाति विशेष का ऐसा अनियमित फैलाव बहुत कम होता है इसलिए जब तक बहुत से प्लॉट न हों चतुष्कोणक तरीके की शुद्धता कम होती है। यह तरीका थकाने वाला और बहुत समय लेने वाला है। यह तरीका बहुलता (abundance), बारंबारता और वितरण आदि विभिन्न प्राचलों के आकलन के लिए अच्छा है परन्तु इस तरीके से बारंबारता सूची बनाने में यह कमी है कि वर्ग बारंबारता प्लॉट के आकार से जुड़ी है। एक क्षेत्र को दूसरे से तुलना करने में प्रतिचयित खंड का आकार दोनों क्षेत्रों में समान होना चाहिए।

विश्लेषण

चतुष्कोणक तथा बैल्ट ट्रांसेक्ट से आंकड़े रिकॉर्ड करने के कई तरीके हैं। पहला तरीका मात्र प्रजाति विशेष की उपस्थिति का लेखा जोखा रखने का है। यह संभवतः सबसे ज्यादा निरपेक्ष (objective) तरीका है लेकिन इसमें विश्लेषण मात्र प्रजाति की बारंबारता और आपेक्षिक बारंबारता तक सीमित रह जाता है। दूसरा तरीका चतुष्कोणक में प्रजाति विशेष के कुल पेड़-पौधों की संख्या का विवरण रखने का है। ये आंकड़े घनत्व का भी विवरण देते हैं। विभिन्न प्रजातियों के बढ़ने का क्रम अलग अलग होता है, अतः संख्या (गिनती) का विशेष महत्व नहीं है। कई दृष्टांतों में संख्या का विवरण बड़ा उपयोगी होता है जैसे हिरनों के चरने के लिए झाड़ीदार पेड़ों की उपलब्धता का विवरण या वन में दुबारा पनपते रहने वाले पौधों की संख्या का विवरण। इन नमूनों को लंबाई के अनुसार वर्गों में बांट देते हैं जैसे एक मीटर ऊँचे, 2 से 12 मीटर ऊँचे अथवा एक से 3 सेंटीमीटर, 4 से 9 सेंटीमीटर आदि। एक तीसरा तरीका ब्राउन-ब्लंकेट (Braun-Blanquet 1951) तरीका है। इसमें बहुतायत (बहुलता) और आच्छादित क्षेत्र (cover) के आधार पर पूर्ण आकलन किया जाता है। अगर किसी क्षेत्र में पेड़ों की संख्या का अनुमान तो लगाया जाता है पर गणना नहीं की जाती तो इस तरीके से प्राप्त आंकड़ों को बहुलता कहा जाता है। बहुलता में प्रजाति विशेष की संख्या निहित होती है पर जरूरी नहीं कि संख्या आच्छादित क्षेत्र का भी संकेत दे। आच्छादित क्षेत्र आकलन के लिए संख्या और प्रजाति का आकार दोनों ही बातों पर ध्यान दिया जाना जरूरी है। हांलांकि बहुलता और आच्छादित क्षेत्र भिन्न प्राचल हैं, लेकिन किसी समुदाय के पूर्ण आकलन के रूप में इन्हें मिलाकर प्रस्तुत किया जा सकता है। अनेक व्यावहारिक अध्ययनों (field studies) में यह तरीका काफी सफल रहता है पर यह व्यक्तिपरक (subjective) है और आंकड़ों को सांख्यिकीय तरीके से प्रस्तुत करना कठिन है। फिर भी यह तरीका क्षेत्र विशेष के पेड़-पौधों की स्थिति का उपयोगी विवरण देता है और वनस्पतियों के वर्गीकरण के लिए कार्य प्रणाली (mechanism) जुटाता है। तालिका 1 में कुल आकलनों के साथ पैमाने दिये हैं जिससे प्रजाति विशेष के अन्य पौधे के साथ साथ बढ़ने की प्रवृत्ति का अंदाजा भी लगाया जा सकता है (जैसे पौधा अकेले, लताकुंज) या एक साथ दूब की तरह मैट्स के रूप में बढ़ता है, जैसा कि तालिका 2 में दिया है।

कुल आकलन तथा एक साथ बढ़ने की प्रवृत्ति के आकलन को साथ साथ दर्शाया जा सकता है। इससे प्रजाति विशेष का युग्म-मान (paid value) का पता चलता है उदाहरण के लिए यदि किसी प्रजाति का युग्म-मान 4.3 है तो पहला अंक कुल आकलन और दूसरा एक साथ बढ़ने की प्रवृत्ति का आकलन दिखाता है।

तालिका 1 : कुल आकलन पैमाना (Total Estimate Scale)

(बहुलता तथा आच्छादित क्षेत्र)

†	किसी प्रजाति के बहुत कम पेड़-पौधे हैं आच्छादित क्षेत्र भी बहुत कम है।
1.	प्रजाति के पेड़-पौधों की बहुलता है आच्छादित क्षेत्र कम है।
2.	प्रजाति के पेड़-पौधे अगर छोटे हैं तो बहुत अधिक हैं बड़े पेड़ होने पर 5% क्षेत्र आच्छादित करते हैं।
3.	पेड़-पौधे कम हों या अधिक 6-25% क्षेत्र आच्छादित करते हैं।
4.	पेड़-पौधे कम हों या अधिक 26-50% क्षेत्र आच्छादित करते हैं।
5.	पेड़-पौधे 51-75% क्षेत्र आच्छादित करते हैं।
6.	पेड़-पौधे 76-100% क्षेत्र आच्छादित करते हैं।

तालिका 2 : ब्राउन-ब्लैंकट का साथ-साथ विकसित होने की प्रवृत्ति वाली प्रणालियों का वर्ग विभाजन (sociability classes of Braun -Blanquet)

वर्ग 1	अकेले बढ़ने वाले पौधे
वर्ग 2	बिखरे ग्रुप या पौधे के गुच्छे (tufts)
वर्ग 3	छोटे बिखरे पौधे के समूह (patches) या कुशन (cushion)
वर्ग 4	बड़े समूह (patches) या टूटे मैट्स (broken mats)
वर्ग 5	बड़े-बड़े समूह या पूरे क्षेत्र पर बिछ जाने वाले समूह

जलीय वनस्पतियाँ

जल की वनस्पतियों में शैवाल (algae) सबसे प्रमुख हैं इन वनस्पतियों की दो तरह की प्रजाति संरचना होती है— पानी में तैरती पादपप्लवक (phytoplanktons) और किसी वस्तु के सहारे लगी परिपादप (periphytons).

पादपप्लवक (phytoplanktons)

विभिन्न गहराइयों से जल के नमूने लेकर इन्हें प्राप्त कर सकते हैं। हर नमूने में सामान्य रूप से या बहुत घने शैवालों की कोष-गणना (cell count) सेजविच-रेफटर काउंटिंग चैंबर (Sedgewich-Rafter counting) और विपल ऑकुलर (Whipple ocular) से हो सकती है। जरूरी हो तो फॉरेस्ट प्लेंकटन अपकेन्द्रक (forest plankton centrifuge) से इन्हें अपकेन्द्रित कर सघन किया जा सकता है। फिर इन अपकेन्द्रित नमूनों को आयातनमापी फलास्क (volumetric flask) में लेकर उचित मात्रा में (100 से 200 मिलीलीटर) तनु (dilute) बनाया जाता है।

जंतुओं के नमूने एकत्र करना

जंतुओं के नमूने एकत्र करना वनस्पतियों की तुलना में काफी समस्याओं भरा है। जंतुओं को देख पाना कठिन है और ज्यादातर जंतु एक स्थान पर टिके नहीं रहते। नमूना तैयार करने के लिए उन्हें पकड़ना या फंसाना पड़ता है और इनमें उनके मर जाने की आशंका वनस्पतियों से अधिक होती है। जंतुओं की संख्या आयु निर्धारण मृत्यु-दर, आवास-क्षेत्र आदि का पता लगाने के लिए व्यावहारिक अध्ययन कर रहे जीव-वैज्ञानिक आगे बताये गये कुछ तरीके इस्तेमाल करते हैं। इन तरीकों से परिस्थितिक तंत्र (ecosystem) में जंतुओं के बारे में कुछ सामान्य जानकारी मिल जाती है।

जंतुओं को पकड़ना और प्रतिचयन

जंतुओं के प्रतिचयन में इन्हें पकड़ना शामिल है। इन्हें प्रवृतियों के अध्ययन के लिए निशानदेही करने के लिए (marking) जीवित पकड़ना होता है। कई परिस्थितियों में मृत जंतुओं के ही नमूने आंकड़े तैयार करने में इस्तेमाल होते हैं।

उड़ने वाले कीट : रोजमर्रा दिखाये जाने वाले कीटों को हवाई नेटों (aerial nets) या मजबूत स्वीप नेटों (sweep nets) से पकड़ा जाता है। ये नेट घास और पेड़ों के बीच इस्तेमाल करने पर भी खराब नहीं होते। रात में निकलने वाले कीटों को पराबैंगनी रोशनी (ultraviolet light) या मर्करी-वेपर रोशनी वाले जाल (traps) में पकड़ा जा सकता है। किसी पुरानी शीट को किसी सहारे से तिरछा रखकर उस पर तेज रोशनी डालकर शीट से कीट उठाए जा सकते हैं। अगर मरे कीट पकड़ने हों तो उन्हें कीटों को मारने वाले जार में मारा जा सकता है। इसमें तली में या ढक्कन के नीचे पोटैशियम साइनाइड और प्लास्टर ऑफ पैरिस की परत होती है। इन जारों में टिशू क्लॉथ या पतले कपड़े की परतें होती हैं जिससे पतंगों और तितलियों को नुकसान न हो।

जल के जीव जंतु: जल के जीव पानी में डुबाए जाने वाले जालों(dipriets), तालाबों की तली में बिछाए जाने वाले जालों (bottom nets), वायर बास्केट स्क्रैप जालों (wire basket scrapper nets), तथा प्लेंकटन टोंइग जालों (plankton towing nets) से पकड़े जा सकते हैं। समुद्र या नदी तटों से जीवों को इकट्ठा करने के लिए फेंकने वाले जाल (aquatic throw nets) उपयुक्त होते हैं। नाव से गहरे पानी की तलहटी में डाली जाने वाली ड्रेज (dredge) से तलहटी के जीव पकड़े जाते हैं मछलियों, टेडपोल और केकड़ा-वर्ग भी विशेष जालों (seines) से पकड़े जाते हैं। विभिन्न आकारों के जालों की जरूरत होती है। मिट्टी के अंदर रहने वाले कीट—मिट्टी में रहने वाले जीवों में से संधिपाद कीटों (arthropods) का अध्ययन सबसे कठिन है। इनकी संख्या सबसे ज्यादा है। इन्हें पहचानना और नमूने बनाना भी सबसे कठिन है। गोल कृमियों और सूत्र कृमियों (nematodes) तथा एककोशिकीय जीवों (protozoans) को विशेष तकनीकों से पकड़ा जाता है। मिट्टी के संधिपाद कीटों को टूलग्रेन कीप (Tulegren funnel) से पकड़ा जा सकता है जो बरलेस कीप (Burlese funnel) का संशोधित रूप है। यह एक सामान्य सा उपकरण है। मुख्य रूप से इसमें एक गर्मी पहुंचाने वाला स्रोत (heat source) होता है जैसे बल्ब। इसे कीप के ऊपर फिट किया जाता है। शीशे की चिकनी कीप बेहतर है, इसके साथ कीड़े जमा करने वाला पात्र (vial) होता है। मोटे कपड़े से बनी या जाली की बनी स्क्रीन (screen) कीप में होती है। नमूना स्क्रीन में रखते हैं। गरमी और नमी सूखने से संधिपाद कीट नीचे को जाते हैं और कीप के नीचे लगे कीड़े जमा करने के बर्तन में गिर पड़ते हैं।

कीटों के नमूने लेने का तरीका सरल है –

1. मिट्टी के नमूने को स्क्रीन पर रखा जाता है यह इस तरह कीप में लगी होती है कि जाली और कीप के किनारों के बीच हवा के लिए जगह होती है।
2. कीड़ों को निकालने के लिए कीप का मुँह लंबवत (90 के कोण पर) रखें और 100 वाट के बल्ब से रोशनी फेंके।
3. नमूने के आकार और नमी के अनुसार करीब 16 घंटे बाद 15 वॉट का बल्ब जला दें और ढक्कन बंद कर दें। संधिपाद कीट दो चरणों में नीचे की ओर भागते हैं– एक तो गरमी के कारण और दूसरे नमी सूखने के कारण। कीप के नीचे कीड़े जमा करने के पात्र में पानी अल्कोहल या फार्मेलिन होना चाहिए। पानी रखना बेहतर है क्योंकि इससे नीचे के बरतन में नमी बढ़ जाती है और कीड़े नमी की तरफ आकर्षित होते हैं।
4. कीड़ों को सूक्ष्मदर्शी (microscope) के नीचे देखकर पहचानें और वर्गीकृत करें।

मिट्टी के प्रारंभिक जीव वैज्ञानिक अध्ययन के लिए यह कीप उपयुक्त है। उच्च अध्ययन के लिए कीड़े जमा करने का बेहतर यंत्र चाहिए। केंपसन, लॉयड और घलार्डी (Kempson, Lloyd and Ghelardi–1963) ने वन्यभूमि के मिट्टी के नमूनों से कीटों को निकालने के लिए एक यंत्र की वैज्ञानिक पत्रिका पेडोबाइलॉजिया (Pedobiologia) में चर्चा की है।

कीपों को चौड़े मुंह वाले पात्रों (bowls) से बदल दिया जाता है जिनमें पिकरिक अम्ल (picric acid) का जलीय घोल होता है। अम्ल पकड़े गये कीटों को परिरक्षित रखता है और वाष्पीकरण से नमूने के नीचे हवा में काफी नमी भी बनाये रखता है। यह नम हवा उस शीतल जल से ठंडी की जाती है, जिसमें बाउल डुबाए जाते हैं।

कीड़ों को निकालने का एक अन्य तरीका प्लवन या तेराना (floatation) है। यह प्रक्रिया अपेक्षाकृत सरल पर बहुत लंबी है इसलिए इसे यहां नहीं बताया जा रहा है।

मकड़ियों और गुबरैलों जैसे मिट्टी के बड़े जीवों को कीपों और कैन्स सैट से मिट्टी में सतह पर जाल (traps) बनाकर पकड़ा जा सकता है। जमीन पर बोर्ड डालकर कनखजूरों, मिलीपीड, स्लग (slugs) आदि को पकड़ा जा सकता है। गंदगी खाने वाले कीटों (scavanger insects) को मांस के टुकड़ों में तार के छोटे फंदे फंसाकर पकड़ा जा सकता है।

केंचुओं की संख्या का नमूना लेना कठिन है। जमीन के निचले स्तर से इन्हें निकालने का कोई पूर्ण सफल तरीका नहीं खोजा गया है। फार्मेलिन और फावड़े की मदद से एक बेहतर तरीका निम्न है :

1. फार्मेलिन का तनु घोल (40 प्रतिशत शुद्धता वाली 25 मिलीलीटर फार्मेलिन 3.75 लीटर पानी में मिलाएं) मिट्टी के चौकोर हिस्से में डालें, जिसकी हर भुजा 0.2 मीटर हो कुछ ही मिनटों में केंचुए सतह पर आ जाएंगे।
2. जब केंचुओं का आना रुक जाए तो दुबारा फार्मेलिन का घोल डालें।
3. दूसरी बार भी केंचुओं के ऊपर आ जाने पर चौकोर टुकड़े को जितना जरूरी हो, खोद लें।
4. अधिक से अधिक कीड़े प्राप्त करने के लिए मिट्टी की और सफाई कर लें। प्लवन विधि से केंचुओं के कोकून (cocoon) प्राप्त हो सकते हैं।

संख्या का आकलन

मिट्टी में जीवों की संख्या का आकलन (गिनती) एक बुनियादी काम है। पिछले कुछ दशकों में ऐसे अनुमानों के लिए अनेक तकनीकें और सांख्यिकीय तरीके विकसित किये गये हैं। मूलतः इन तरीकों को तीन वर्गों में रखा जा सकता है– (1) वास्तविक गणना– निश्चित क्षेत्र में कुल जीवों की संख्या पता करना, (2) नमूना आकलन– भूमि के एक टुकड़े को नमूना बनाकर उसके जीवों की गणना, (3) परिचायक आंकड़े (indices) – इसमें अनेक तरीके के आंकलन शामिल हैं, जैसे रास्तों पर गिनती, जीवों के चिह्न, आवाजों की गिनती, आदि इसके समय-समय पर स्थान पर जीवों की संख्या के घटने-बढ़ने या कम-ज्यादा होने के रूझान का पता चलता है।

वास्तविक गणना

इसमें स्थान विशेष के सभी जीवों की सीधी गिनती की जाती है। ज्यादा जंगली जीवों के लिए यह मुश्किल है पर कुछ स्थितियों में ऐसी गणना संभव है।

विभिन्न क्षेत्रीय प्रजातियाँ आसानी से देखी और उनकी आवाजें सुनी जा सकती है और उनके विशिष्ट क्षेत्र में उनका पता लग सकता है। पक्षियों के मामले में ऐसी गणना नियमित रूप से की जा सकती है। स्पॉट-मैप (spot-map) तरीका संभवतः सबसे ज्यादा अच्छा है। भूखण्ड (plot) की एक ग्रिड में निशानदेही कर ली जाती है। हर 50 मीटर पर पेड़ों की टहनियाँ या स्टेक्स (stakes) लगा दिये जाते हैं। पक्षियों के अंडे देने के समय में रोज पांच बार गिनती की जाती है। जब भी कोई पक्षी देखा जाता है प्लॉट के नक्शे में उसका निशान बना दिया जाता है। गणना-अवधि की समाप्ति पर एक प्रजाति के पक्षियों के स्पॉट्स (spots) एक नक्शे में दिखाये जाते हैं। स्पॉट्स को समूहों (groups) में दिखाया जाना चाहिए। एक ग्रुप का मतलब पक्षियों के एक अंडे देने वाले जोड़ से है। इस तरह हर प्रजाति के ग्रुपों की गणना कर लेते हैं और एक निश्चित इलाके में पक्षियों की कुछ संख्या का हिसाब लगा लेते हैं। प्रति हैक्टेयर पक्षियों की संख्या के रूप में आम तौर पर इन परिणामों को व्यक्त किया जाता है।

जिन इलाकों में कोई प्रजाति ज्यादा मिलती है, वहां सीधी गिनती संभव है। हिरनों की खुले स्थान पर, बारहसिंगों और जल-पक्षियों आदि की ज़ाड़ों में उनके आश्रय-स्थानों पर, पक्षियों की उनके बसेरों पर विमानों से या हवाई फोटोग्राफों से सीधी गिनती हो सकती है। पक्षी पकड़ने वाले प्रशिक्षित कुत्ते की मदद से तीतरों और बटेरों के झुंडों का पता चल सकता है।

प्रतिथयित नमूनों का आकलन

संख्या के नमूनों के आकलन में दो बातें मान ली जाती हैं (1) आंकड़े लिए जाते समय जीवों की मृत्यु या नये जीवों का आगमन नगण्य है या इसका लेखा-जोखा संभव है। (2) सभी जीवों के गिने जाने की समान संभावना है— फंदे में फंसने या न फंसने की उनकी प्रवृत्ति समान है, वे पूरे निश्चित क्षेत्र में अनियमित रूप से बिखरे हैं और आयु, लिंग या अन्य गुणों के आधार पर समूहबद्ध नहीं हैं।

नमूनों में एक और प्रमुख बात का आम तौर पर ध्यान रखा जाता है। नमूना प्रतिचयित करने का तरीका प्रजाति, समय, स्थान और उद्देश्य की दृष्टि से उचित हो।

बहुत दूर तक न जाने वाले जीवों, जैसे, घोंघा-वर्ग, खलिहानों के कीट, बिलों के कीट आदि का अनुमान चौकोर भू-खंड (**quadrat method**) से, पेड़-पौधों की तरह लगाया जा सकता है इन आंकड़ों से इन जीवों की उपस्थिति, विभिन्न समयों पर संख्या कम-ज्यादा होने जैसी बातें विश्लेषित की जा सकती हैं या प्रति हैक्टेयर घनत्व निकाला जा सकता है। चौकोर भू-खंड का आकार-प्रकार जीवों की संख्या के घनत्व, पर्यावास (**habitat**) की विविधता और जीवों के स्वभाव पर निर्भर करता है। भू-खंड के आकार-प्रकार के निर्धारण से पूर्व कुछ प्रारंभिक सर्वेक्षण किये जाते हैं।

कोमल पत्तियों पर लगने वाले कीटों का नमूना 10 वर्गमीटर इलाके में कीटों को पेड़ों से कई बार झाड़कर जाल में लेने से बनाया जा सकता है। कितनी बार झाड़ा जाएगा, यह पहले से निर्धारित कर लेना चाहिए। पेड़-पौधों की प्रजाति के आधार पर यह संख्या भिन्न-भिन्न होगी। प्राणिप्लवक (**zooplanktons**) का आकलन निश्चित जल क्षेत्र में अलग-अलग गहराइयों में उन्हें जाल में फंसाकर और फिर इस नमूने की निश्चित मात्रा को कीप से फिल्टर पंप के जरिये छान कर किया जा सकता है। फिल्टर पेपर में बराबर क्षेत्रफल के छोटे-छोटे खाने होने चाहिए। हाथ के सूक्ष्मदर्शी लेंस या माइक्रोस्कोप से हर खाने के जीव गिने जा सकते हैं। इस तरह कुल पानी की मात्रा में जीवों की संख्या का आकलन किया जा सकता है।

अगर जीव बहुत छोटे हों और इस तरीके से न गिने जा सकें तो रेफ्टर प्लेंकटन-काउंटिंग सेल इस्तेमाल किया जा सकता है। इसमें माइक्रोस्कोप की स्लाइडों की एक बेस प्लेट होती है जिसमें एक-एक वर्ग सेंटीमीटर पर निशान लगे होते हैं। माइक्रोस्कोप की स्लाइडों को कनाडा बाल्सम से जोड़कर स्लाइडें बनाई जाती हैं। इस सेल में एक घन सेंटीमीटर द्रव आना चाहिए। इसमें निश्चित मात्रा में थोड़ा पानी कवर ग्लास से ढक देते हैं और माइक्रोस्कोप से देखते हुए हर एक वर्ग सेंटीमीटर के खानों में जीवों की गणना कर लेते हैं। ऐसे 100 आकलन किये जाते हैं। प्रतिशत आवृत्ति (**percentage frequency**) के आधार पर किसी प्रजाति विशेष के कीटों की गणना की जा सकती है।

प्लेंकटन-काउंटिंग सेल और आईपीस माईक्रोमीटर बाजार से खरीदे जा सकते हैं पर ये काफी महंगे हैं।

भाग घ : पर्यावरण को मॉनीटर करना

प्रायः सभी पारिस्थितिक परियोजनाओं में पर्यावरण की निगरानी की जाती है। इस निगरानी के अंतर्गत आने वाली प्रमुख बातों में जल के नमूनों का आकलन और मिट्टी के स्तर का आकलन शामिल है। यहां हम मिट्टी, जल आदि के नमूने तैयार करने और उनके घटकों का पता लगाने के तरीके बताएँगे।

यहां बताये तरीके व्यावहारिक स्तर पर काम कर रहे विद्यार्थी के लिए सरल और सस्ते हैं। इनमें से कुछ तो घर पर ही किये जा सकते हैं। इनके परिणाम बहुत सूक्ष्म जांच कर सकने वाले वैज्ञानिक उपकरणों जितने सही तो नहीं होंगे परन्तु ध्यान से इन तरीकों को अपनाये जाने पर लगभग सही परिणाम प्राप्त किये जा सकते हैं।

जल के नमूनों का आकलन

झीलों, तालाबों और नदियों के मुहानों पर जल का विभिन्न गहराइयों पर नमूने लेना कठिन कार्य है। आप विभिन्न गहराइयों पर जल के नमूने लेने वाले जल सैंपलर (water samplers) वैज्ञानिक सामान बनाने वाली किसी कंपनी से खरीद सकते हैं अथवा आप स्वयं मेयर सैंपलर घर में जोड़ कर तैयार कर सकते हैं।

मेयर सैंपलर (Meyer Sampler) में एक भारी बोतल होती है जिसमें पकड़ने के लिए तार लगा होता है। बोतल को डुबाने के लिए इसमें एक भार (weight) भी लगा होता है। बोतल में एक स्टॉपर और आईबोल्ट (eyebolt) होता है जो पकड़ने वाले तार से जुड़ा होता है। बोतल जब निर्धारित गहराई तक डुबोई जाती है, रस्सी (cord) को झटका देकर कॉर्क खोल दिया जाता है। बोतल भर जाने के लिए पर्याप्त समय दिया जाता है और फिर बोतल खींच ली जाती है। बिना झटके के बोतल का कॉर्क नहीं खुलता, इसलिए बोतल के जल में जल की अन्य सतहों के जल का बहुत कम अंश होता है। जल के नमूने 200 से 250 मिलीलीटर की शीशे की बोतलों में लिए जाने चाहिए। इनके लिए मजबूती से लग जाने वाले शीशे के स्टॉपर होने चाहिए और बुलबुले बिल्कुल नहीं रहने चाहिए। नमूना बोतल पूरी भर लें ताकि जल और स्टॉपर के बीच हवा के लिए कोई जगह न हो। जल के खास तरीके के ग्राही पात्रों में वायुमंडलीय ऑक्सीजन के बिना जल जमा करने की व्यवस्था होती है। ऐसा उपस्कर इस्तेमाल करने पर जल को बोतल में डालते समय दो तीन बार बाहर बहते रहने देना चाहिए ताकि वायुमंडलीय ऑक्सीजन न आ पाये। इस प्रकार प्रतिचयित नमूने के जल से विभिन्न विश्लेषण किये जा सकते हैं।

जल की संपूर्ण कठोरता का संकुलमिति द्वारा निर्धारण

घरेलू तथा औद्योगिक उपयोग के लिए जल की गुणता के निर्धारण के लिए जल की कठोरता का निर्धारण आवश्यक है। जल की कठोरता इसमें उपस्थित कैल्शियम और मैग्नीशियम लवणों के कारण होती है। जब हम कठोर जल में साधारण साबुन (सांश्लेषित अपमार्जक (detergent) नहीं) डालते हैं तब एक अविलेय पदार्थ प्राप्त होता है जिसे सामान्यतः "साबुन मलफेन" (soap scum) कहते हैं। इसलिए कभी-कभी जल की कठोरता को साबुन उपभोग करने की क्षमता के रूप में भी परिभाषित किया जाता है। कठोरता दो प्रकार की होती है:

i) **अस्थायी कठोरता :** यह कैल्शियम तथा मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेटों के कारण होती है। अस्थायी कठोरता को जल के उबालने से दूर किया जाता है, जिससे विलेय बाइकार्बोनेट वियोजित होकर अविलेय कार्बोनेट देते हैं, लेकिन $MgCO_3$ आंशिक रूप में विलेय होता है।

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow \underset{\text{(आंशिक रूप में विलेय)}}{MgCO_3} + H_2O + CO_2 \uparrow$$

ii) **स्थायी कठोरता :** स्थायी कठोरता को स्थायी इसलिए कहा जाता है क्योंकि यह उबालने से दूर नहीं की जा सकती है। यह कैल्शियम और मैग्नीशियम के क्लोराइडों और सल्फेटों के कारण होती है। अस्थायी तथा स्थायी कठोरता मिलकर संपूर्ण कठोरता कहलाती है।

संपूर्ण कठोरता = अस्थायी कठोरता + स्थायी कठोरता

अस्थायी तथा स्थायी कठोरता को अलग-अलग ज्ञात करना आवश्यक है ताकि जल मृदुलन (softening) के लिए उपयुक्त विधि का पता लग सके।

जल की कठोरता को प्रति डेमी जल में $CaCO_3$ के मिग्रा अथवा पीपीएम के रूप में अभिव्यक्त किया जाता है।

जल के नमूने की कठोरता का निर्धारण साबुन के विलयन के साथ अनुमापन द्वारा अथवा EDTA (एथिल डाइऐमीन टेट्राऐसीटिक अम्ल) के साथ संकुलमितीय अनुमापन द्वारा अथवा चालकतामितीय विधियों द्वारा किया जा सकता है। संकुलमितीय अनुमान विधि यथार्थ, सरल तथा शीघ्र होने वाली है। पहले हम संकुलमितीय अनुमापनों के नियमों की चर्चा करेंगे।

नियम

संकुलमितीय अनुमापन में हम EDTA का संकुलन कर्मक (complexing agent) के रूप में उपयोग करते हैं, जो Ca^{2+} तथा Mg^{2+} जैसे धातु आयनों के साथ विलेय संकुल बनाता है। इस अनुमापन का अंत्य बिंदु ऐरिओक्रोम ब्लैक टी सूचक द्वारा ज्ञात किया जाता है। चूंकि संकुल का स्थायित्व तथा सूचक का वर्ण परिवर्तन, pH परिवर्तन के प्रति सुग्राही (sensitive) होते हैं इसलिए जिस विलयन का अनुमापन करना है उसे pH = 10 के अमोनियम हाइड्रॉक्साइड-अमोनियम क्लोराइड उभयप्रतिरोधी विलयन द्वारा अच्छी तरह से उभयप्रतिरोधित (buffered) कर लेना चाहिए। आइए EDTA की संकुलन क्रिया तथा धातु आयन सूचकों के कार्य की विस्तार से चर्चा करें।

संकुलन अभिक्रिया

किसी धातु आयन के साथ संकुलन अभिक्रिया में एक या एक से अधिक उपसहसंयोजित (coordinated) विलायक अणुओं का दूसरे नाभिक स्नेही (nucleophilic) ग्रुपों द्वारा प्रतिस्थापन होता है। केन्द्रीय आयन से जुड़े ग्रुपों को संलग्नी (ligands) कहते हैं। जलीय विलयन में इस अभिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण द्वारा दर्शाया जा सकता है :

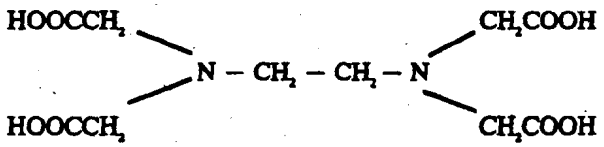
$$M(H_2O)_x + nL \rightarrow ML_n + nH_2O \qquad \text{.....(1)}$$

जिसमें L = संलग्नी, उदाहरणार्थ, NH_3, CN^-, EDTA.

n धातु आयन की उपसहसंयोजन संख्या तथा यह एकदंतुर (monodentate) संलग्नी की अधिकतम संख्या को दर्शाती है जो धातु आयन से बंधन बना सकते हैं।

केन्द्रीय धातु आयनों से जुड़ने वाले स्थानों की संख्या पर निर्भर करते हुए संलग्नी को वर्गीकृत किया जा सकता है। एकदंतुर संलग्नी—जिसमें बंधन का एक स्थान होता है, उदाहरणार्थ- सायनाइड आयन, हेलाइड आयन; जल के अणु तथा अमोनिया। द्विदंतुर (bidentate) संलगनी—जिसमें बंधन के दो स्थान होते है उदाहरणार्थ ऑक्सैलिक अम्ल। बहुदंतुर (polydentate) संलग्नी—जिसमें दो से अधिक बंधन के स्थान होते हैं, उदाहरणार्थ EDTA.

इस प्रयोग में EDTA का संलग्नी के रूप में उपयोग किया गया है। EDTA की संरचना चित्र 1 में दी गई है। अपनी प्रबल संकुलन क्रिया तथा व्यावसायिक उपलब्धता के कारण EDTA का विश्लेषण में अत्यधिक अनुप्रयोग होता है।



चित्र 1 : EDTA की संरचना

EDTA को संक्षेप में निरूपित करने के लिए H_4Y लिखा जाता है। EDTA अनुमापनों में सामान्यतः EDTA का डाइसोडियम लवण, Na_2H_2Y उपयोग में लाया जाता है जिसे सोडियम वर्सीनेट भी कहते हैं। सोडियम लवण स्थायी होता है तथा अत्यधिक शुद्ध डाइहाइड्रेट के रूप में प्राप्त हो सकता है और जल में विलेय होता है, जबकि EDTA स्वयं काफी हद तक अविलेय होता है। Na_2H_2Y विलयन में जल वियोजित होकर H_2Y^{2-} आयन देता है। डाइसोडियम लवण धातु आयनों से 1:1 के अनुपात में अभिक्रिया करता है। धन आयनों जैसे M^{2+} से अभिक्रिया को निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है:

$$M^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MY^{2-} + 2H^+ \qquad \text{.....(2)}$$

उपरोक्त समीकरण से यह विदित है कि विलयन में धातु आयनों और हाइड्रोजन आयनों के बीच EDTA पर विद्यमान ऋणात्मक स्थानों के लिए हमेशा होड़ रहती है। धातु आयन तथा संलग्नी के बीच आबंध की प्रबलता और धातु आयन और हाइड्रोजन आयन की आपेक्षिक सांद्रताओं द्वारा साम्यावस्था स्थिति का निर्धारण होता है। दूसरे शब्दों में हम यह कह सकते हैं कि धातु– EDTA संकुल की स्थिरता विलयन के हाइड्रोजन आयन की सांद्रता या pH पर निर्भर करती है।

सारणी 1 में कुछ धातुओं के EDTA संकुलों की स्थिरता के लिए pH के न्यूनतम मान दिए गए हैं:

सारणी 1 : कुछ धातु संकुलों की स्थिरता

संकुल की स्थिरता के लिए न्यूनतम pH	कुछ धातु आयन
1-3	Zr^{4+}, Hf^{4+}, Th^{4+}, Bi^{3+}
4-6	Pb^{2+}, Cu^{2+}, Zr^{2+}, Co^{2+}, Sb^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}
8-10	Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Mg^{2+}

आप देख सकते हैं कि सामान्यतः क्षारीय मृदा धातुओं के साथ EDTA संकुल क्षारीय विलयनों में स्थायी होते हैं, जबकि त्रि- और चतुःसंयोजक धातु आयनों के संकुल अत्यधिक उच्च अम्लता के विलयनों में उपस्थित होते हैं। यही कारण है कि संकुलमितीय अनुमापनों द्वारा संपूर्ण कठोरता, अर्थात् Ca^{2+}, Mg^{2+} की मात्रा ज्ञात करने के लिए pH = 10 की आवश्यकता होती है।

धातु आयन सूचक

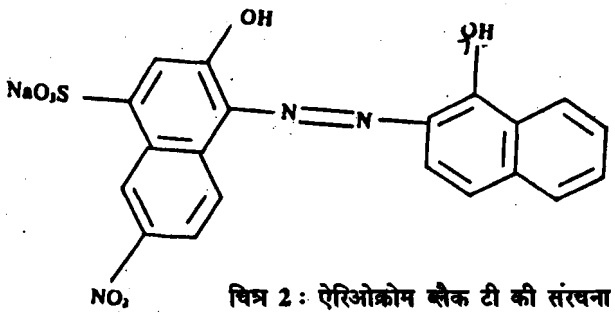
हम किसी धातु आयन के विलयन का EDTA के मानक विलयन के साथ सीधा अनुमापन कर सकते हैं। अंत्य बिंदु पर धातु आयन की सांद्रता अकस्मात कम हो जाती है। सामान्यतः इसका पता धातु आयन सूचक के वर्ण परिवर्तन द्वारा लगाया जाता है, जो धातु आयन की सांद्रता में परिवर्तन पर अनुक्रिया करता है।

अंत्य बिंदु का निर्धारण चालकतामितीय, वर्णमितीय अथवा कभी-कभी विभवमितीय विधियों द्वारा भी किया जा सकता है। इस प्रयोग में हम धातु आयन सूचकों का उपयोग करेंगे तथा हम उनकी संक्षेप में चर्चा करेंगे। धातु आयन सूचक, धातु आयन के साथ एक संकुल बनाता है।

$$M^{n+} + HIn^{2-} - MIn^{-} + H^{+}$$

यहां HIn^{2-} सूचक को किसी खास pH पर दर्शाता है। फिर भी, धातु आयन-सूचक संकुल सामान्यतः धातु– EDTA संकुलों की तुलना में कम स्थायी होते हैं। सूचक अंत्य बिंदु पर धातु आयनों को मुक्त करता है तथा वर्ण में परिवर्तन दर्शाता है।

जल की कठोरता के निर्धारण में हम ऐरिओक्रोम ब्लैक टी अथवा सोलोक्रोम ब्लैक को सूचक के रूप में इस्तेमाल करते हैं। ऐरिओक्रोम ब्लैक टी, सोडियम 1-(1-हाइड्रॉक्सी, 2-नैफ्थिलऐजो)-6- नाइट्रो-2 नैफ्थॉल-4- सल्फोनेट होता है। इसकी संरचना चित्र 2 में दी गई है।



चित्र 2 : ऐरिओक्रोम ब्लैक टी की संरचना

धातु आयनों की उपस्थिति में ऐरिओक्रोम ब्लैक टी एक मदिरा रक्त संकुल बनाता है। अंत्य बिंदु पर जब धातु आयन पूरी तरह से EDTA के साथ संकुलित हो जाता है तब विलयन का वर्ण नीला हो जाता है, जो मुक्त सूचक का वर्ण होता है :

$$\underset{\text{(मदिरा रक्त)}}{MIn^{-}} + H_2Y^{2-} \rightarrow \underset{\text{(वर्णहीन)}}{MY^{2-}} + \underset{\text{(नीला)}}{HIn^{2-}} + H^{+}$$

जहाँ H_2Y^{2-}, EDTA का डाइसोडियम लवण तथा HIn^{2-}, 10 pH के उभयप्रतिरोधी विलयन में ऐरिओक्रोम ब्लैक टी को दर्शाता है।

चूँकि Ca/Mg-EDTA संकुल 8-10 pH पर स्थायी होते हैं इसलिए EDTA अनुमापन द्वारा जल की कठोरता के निर्धारण में अनुमापन के समय उपयुक्त उभयप्रतिरोधी विलयन जैसे, NH_4Cl/NH_4OH का उपयोग करके pH को 10 के मान पर रखना आवश्यक है। इस अनुमापन में कैल्शियम आयन, ऐरिओक्रोम ब्लैक टी के साथ पर्याप्त प्रबल संकुल नहीं बनाता है। यदि जल के नमूने में मैग्नीशियम आयन न हों अथवा अपर्याप्त हों तब अनुमापन फ्लास्क में Mg-EDTA संकुल डाला जाता है ताकि अंत्य बिंदु पर स्पष्ट वर्ण परिवर्तन प्राप्त हो सके। अनुमापन के समय होने वाले रासायनिक परिवर्तनों को निम्न प्रकार से लिखा जा सकता है :

$$Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2H^{+} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$Mg^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow MgY^{2-} + 2H^{+} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$Mg^{2+} + HIn^{2-} \rightarrow MgIn^{-} + H^{+}$$

$$\underset{\text{(मदिरा रक्त)}}{MgIn^{-}} + H_2Y^{2-} \rightarrow \underset{\text{(वर्णहीन)}}{MgY^{2-}} + \underset{\text{(नीला)}}{HIn^{2-}} + H^{+} \text{ (अंत्य बिंदु पर)}$$

(वर्णहीन)

समीकरण (3) तथा (4) से यह स्पष्ट है कि EDTA के डाइसोडियम लवण का एक मोल Ca^{2+}/Mg^{2+} आयनों के एक मोल से अभिक्रिया करता है। इसलिए मोलरताओं को निम्न समीकरण द्वारा संबंधित किया जाता है :

$$\frac{M_1V_1}{M_2V_2} = \frac{1}{1}$$

या $M_1V_1 = M_2V_2$ ..... (5)

जहां M_1 तथा M_2 क्रमशः EDTA लवण तथा धातु आयन की मोलरताएं हैं, V_1 तथा V_2 क्रमशः EDTA लवण तथा धातु-आयन विलयनों के आयतन हैं।

अगले भाग में हम आपको जल की संपूर्ण कठोरता के निर्धारण के लिए विस्तृत प्रायोगिक विधि तथा परिकलन की विधि बताएंगे।

ऐरिओक्रोम ब्लैक टी के अम्ल-क्षारक गुण होते हैं, जिनको संक्षेप में निम्न प्रकार से दिखाया गया है :

$$H_2In^- \xrightleftharpoons{pH\ 8.1} HIn^{2-} \xrightleftharpoons{pH12.4} In^{3-}$$

चूंकि इसके लाल वर्ण के साथ उपयोगी धातु संकुल होते हैं, ऐरिओक्रोम ब्लैक टी केवल परास. (pH 8.1-12.4) पर ही उपयोगी होता है।

आवश्यकताएँ

उपकरण

ब्यूरेट (50 सेंमी³)-1
पिपेट (20 सेंमी³)-1
शंक्वाकार फ्लास्क (250 सेंमी³)-2
तोल बोतल-1
आयतनी फ्लास्क (250 सेंमी³)-1
कीप-1
ब्यूरेट स्टैंड क्लैप के साथ-1
आसुत जल के लिए धावन बोतल-1
वैश्लेषिक तुला
प्रभाजीबाट
बाट-पेटी और बाद

रासायनिक द्रव्य

EDTA का डाइसोडियम लवण
विआयनित या आसुत जल

विलयन

जल का नमूना

छात्रों को चाहिए कि वे जल के नमूनों को अलग-अलग स्रोतों जैसे : कुआँ, नदी, नहर या झील आदि, से इकट्ठा करें और अपने परिणामों की तुलना करें।

$NH_4OH - NH_4Cl$ उभयप्रतिरोधी विलयन, pH 10

इस विलयन को तैयार करने के लिए 64 ग्रा NH_4Cl को आसुत जल में घोलकर तथा उसमें अमोनिया विलयन (आपेक्षिक घनत्व 0.88) का 570 सेमी³ डालने के बाद और आसुत जल डालकर 1 डेमी³ तक तनु कर लिया जाता है।

एरिओक्रोम ब्लैक टी (0.5 प्रतिशत द्रव्यमान/आयतन)

0.50 ग्राम सूचक को तोलकर 100 सेंमी³ एथानॉल में घोल लिया जाता है।

Mg-EDTA संकुलन (0.005 *M*)

यह विलयन 0.01*M* EDTA के डाइसोडियम लवण तथा 0.01*M* $Mg Cl_2$ को रससमीकरणमितीय मात्राओं में मिलाकर बनाया जाता है। Mg-EDTA विलयन के एक हिस्से में pH 10 पर ऐरिओक्रोम ब्लैक टी की कुछ बूँदें डालने से मदिरा रक्त वर्ण आना चाहिए जिसे 0.01*M* EDTA विलयन की एक बूँदें डालने से शुद्ध नीला तथा 0.01*M* $MgCl_2$ की एक बूंद डालने से मदिरा रक्त वर्ण में परिवर्तित हो जाना चाहिए।

कार्य-विधि

प्रायोगिक कार्य-विधि के निम्न चरण होते हैं:

1) मानक 0.01 *M* EDTA विलयन बनाने की विधि

जैसा कि पहले बताया गया है कि EDTA अपने डाइसोडियम डाइहाइड्रेट लवण ($Na_2H_2Y .2H_2O$) के रूप में उपलब्ध होता है। सबसे पहले आप पूर्व-निर्जलित EDTA का ड्राइसोडियम लवण लें तथा 0.93 ग्रा. सही-सही तोल लें। लवण को कीप सहायता से एक 250 सेमी³ की साफ आयतनी फ्लास्क में डाल दें। अब लवण को विआयनित या आसुत जल में घोल लें। और अधिक आसुत जल डालकर विलयन को चिन्ह तक पूरा कर लें तथा फ्लास्क को अच्छी तरह हिलाकर समांगी विलयन प्राप्त कर लें।

यदि जल अत्यधिक कठोर है तब उभयप्रतिरोधी विलयन डालने के बाद कैल्शियम कार्बोनेट का एक सफेद क्रिस्टलीय अवक्षेप प्राप्त हो सकता है। यह अनुमापन के समय घुल जाना चाहिए। यह धीरे-धीरे भी घुल सकता है, लेकिन अंत्य बिंदु तक पहुंचने से पहले इसे घुल जाना चाहिए।

जब जल के नमूने की क्षारता बहुत अधिक होती है तब जल के नमूने से CO_2 निकालने के लिए इसे HCl की कुछ बूंदों के साथ उबालना चाहिए। इसे ठंडा करके मेथिल रेड की कुछ बूँदें डालकर रक्त वर्ण के समाप्त होने तक NaOH के विलयन के साथ उदासीनीकृत करना चाहिए।

2) **जल के नमूने का अनुमापन**

i) ब्यूरेट को EDTA लवण के विलयन से खंगालकर उसमें वह विलयन भरें और ब्यूरेट को स्टैंड पर क्लैंप की सहायता से खड़ा करें। ब्यूरेट पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी I में "प्रारंभिक पाठ्यांक" कॉलम के अंतर्गत लिख लें।

ii) 20 सेमी³ की पिपेट की सहायता से जल के नमूने का 60 सेमी³ एक 250 सेमी³ की शंक्वाकार फ्लास्क में लें। उसमें 2 सेमी³ उभयप्रतिरोधी विलयन, (0.5 सेमी³ Mg-EDTA संकुल विलयन-अनिवार्य) तथा 5 बूँदें ऐरिओक्रोम ब्लैक टी सूचक की डाल दें। इस अवस्था में मिश्रण का वर्ण मदिरा रक्त होना चाहिए।

iii) ब्यूरेट में लिए गए 0.01*M* EDTA के साथ अनुमापन शुरू कीजिए और साथ-साथ फ्लास्क को हिलाते रहें। अंत्य बिंदु पर मदिरा रक्त वर्ण बैंगनी से होते हुए स्पष्ट नीले वर्ण में परिवर्तित हो जाएगा। विलयन को अच्छी प्रकार हिलाते रहना चाहिए तथा अंत्य बिन्दु के करीब अनुमापक की थोड़ी-थोड़ी मात्रा डालनी चाहिए।

iv) अंतिम पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी I में अंतिम पाठ्यांक कॉलम के अंतर्गत लिख लीजिए। दो पाठ्यांकों का अंतर अनुमापन में प्रयुक्त EDTA लवण के विलयन का आयतन देता है। इस अनुमापन को कम से कम दो सुसंगत फ्लांकों के प्राप्त होने तक दोहराएं।

जल के नमूने आयतन इतना लें कि अनुमापन में प्रयुक्त EDTA लवण के विलयन का आयतन 10 सेमी³ से कम न हो।

प्रेक्षण

प्रेक्षण सारणी I

जल के नमूने तथा EDTA लवण के विलयन के बीच अनुमापन

क्र. सं.	जल के नमूने का आयतन (सेमी³)	ब्यूरेट पाठ्यांक		EDTA लवण के विलयन का आयतन (सेमी ³) (अंतिम-प्रारंभिक)
		प्रारंभिक	अंतिम	
1	60			
2	60			
3	60			

परिकलन

जल के नमूने की संपूर्ण कठोरता का आकलन

EDTA लवण के विलयन की मोलरता = M_1 = 0.01 M = .01 mol dm^{-3}

=.....मोल डेमी$^{-3}$

EDTA लवण के विलयन का प्रयुक्त आयतन = V_1 = ...सेमी ^{3}
(सारणी I से)

जल के नमूने का आयतन = V_2 = 60 सेमी³

जल के नमूने में Ca^{2+}/Mg^{2+} की मोलरता =M_2 = ?

समीकरण (5) का उपयोग करके

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

जल के नमूने में Ca^{2+}/Mg^{2+} की मोलरता

$$M_2 = \frac{M_1V_1}{V_2} \quad \text{मोल डेमी}^{-3}$$

जल के नमूने की 1 डेमी³ जल में $CaCO_3$ के मिग्रा के रूप में संपूर्ण कठोरता
= M_2 x $CaCo_3$ का मोलर द्रव्यमान x 1000
$CaCO_3$ का मोलर द्रव्यमान = 100.09
व्यावहारिक तौर पर $CaCO_3$ का मोलर द्रव्यमान 100 लेते हैं। इससे परिकलन सरल हो जाता है। अब जल के नमूने की संपूर्ण कठोरता
= M_2 x 100 x 1000
= $CaCO_3$ के..... पीपीएम

EDTA का मोलर द्रव्यमान (M_m) = 372.3 ग्राम मोल $^{-1}$

परिणाम

जल के नमूने की संपूर्ण कठोरता =$CaCO_3$ के..... पीपीएम। यदि जल की कठोरता $CaCO_3$ के 300-500 मिग्रा डेमी$^{-3}$ से अधिक हो तो यह जल संभरण (supply) के लिए ठीक नहीं है तथा इससे साबुन की अधिक खपत होती है। यह गर्म करने के पात्रों और पाइपों के लिए भी उपयुक्त नहीं होता है। इन सब बातों को ध्यान में रखते हुए यह चर्चा कीजिए कि जो जल का नमूना आपने विश्लेषित किया है वह उपयुक्त है अथवा नहीं।

जल की स्थायी तथा अस्थायी कठोरता का निर्धारण

पहले प्रयोग में आपने जल की संपूर्ण कठोरता अर्थात् अस्थायी + स्थायी कठोरता का निर्धारण किया। जैसे कि हमने पहले चर्चा की है कि यदि जल को थोड़े समय तक उबाला जाए तब अस्थायी कठोरता के लिए उत्तरदायी कैल्शियम तथा मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेट अवक्षेपित हो जाते हैं और इन को निस्यंदन द्वारा अलग किया जा सकता है। अब यदि आप इस निस्यंदित जल का EDTA लवण के साथ अनुमापन करें तो इस से आपको केवल स्थायी कठोरता प्राप्त होगी। स्थायी कठोरता निर्धारित करने के बाद आप सरलता से संपूर्ण कठोरता से स्थायी कठोरता घटाकर अस्थायी कठोरता परिकलित कर सकते हैं।

इस प्रयोग में, पहले आप जल को उबाल कर अस्थायी कठोरता को निकाल देंगे और फिर दिए गए जल के नमूने का स्थायी कठोरता के लिए अनुमापन करेंगे। अंत में आप स्थायी और अस्थायी कठोरता का परिकलन करेंगे।

नियम

यहाँ फिर से आप EDTA अनुमापन विधि का उपयोग करेंगे। इसलिए इसका नियम पहले प्रयोग में दिए गए नियम की ही तरह से है।

आवश्यकताएँ

आप पहले प्रयोग में इस्तेमाल किए गए उपकरणों, रासायनिक द्रव्यों तथा विलयनों का उपयोग इस प्रयोग में भी कर सकते हैं। इसके अतिरिक्त आपको 400 सेमी^{3} के बीकर, 250 सेमी^{3} के आयतनी फ्लास्क, बर्नर, कीप तथा निस्यंदक पत्र की आवश्यकता होगी।

कार्य विधि

1. पहले प्रयोग में की गई विधि के अनुसार पहले जल के नमूने की संपूर्ण कठोरता ज्ञात कर लें। यदि आप जल का वही नमूना उपयोग में ला रहे हैं तब इस प्रयोग को दोहराने की आवश्यकता नहीं है।
2. उसी जल के नमूने का आयतनी फ्लास्क की सहायता से 250 सेमी^{3} माप लें और इसको 400 सेमी^{3} के एक बीकर में डाल दें। इसको 30 मिनट के लिए उबाल लें। जल को ठंडा करके व्हाटमन निस्यंदक पत्र सं. 42 (Whatman filter paper no. 42) की सहायता से एक 250 सेमी^{3} की आयतनी फ्लास्क में छान लें। उबालने से अवक्षेपित मैग्नीशियम तथा कैल्शियम कार्बोनेट छनकर निकल जाते हैं। अब आयतनी फ्लास्क में उपस्थित जल के निस्यंदित नमूने में और आसुत या विआयनित (deionised) जल डालकर विलयन को चिन्ह तक बना लें। अब स्थायी कठोरता निकल चुकी है तथा आप निस्यंदित नमूने का स्थायी कठोरता के लिए EDTA लवण के साथ अनुमापन कर सकते हैं।
3. 20 सेमी^{3} की पिपेट का इस्तेमाल करके निस्यंदित नमूने का 60 सेमी^{3} एक 250 सेमी^{3} की शंक्वाकार फ्लास्क में ले। इसमें उभयप्रतिरोधी विलयन का 2 सेमी^{3} डाल दें, [(Mg-EDTA) –संकुल विलयन का 0.5 सेमी^{3} –अनिवार्य] और सूचक ऐरिओक्रोम ब्लैक टी की 5 बूंदें डाल दें इस अवस्था में विलयन मदिरा रक्त (wine red) वर्ण का होना चाहिए।
4. पहले प्रयोग के लिए बनाए गए EDTA लवण विलयन को ब्यूरेट में लें। इसके प्रारंभिक पाठ्यांक को देखकर प्रेक्षण सारणी I में लिखें।
5. शंक्वाकार फ्लास्क में लिए गए विलयन का EDTA के लवण के विलयन के साथ उसी तरह अनुमापन करें, जैसे संपूर्ण कठोरता के लिए किया गया था तथा प्रेक्षण सारणी I में अंतिम पाठ्यांक को भी लिखें। अंतिम तथा प्रारंभिक पाठ्यांकों का अंतर स्थायी कठोरता के निर्धारण में प्रयुक्त EDTA के लवण के विलयन का आयतन बताता है। इस अनुमापन को कम से कम दो सुसंगत फलांकों के प्राप्त होने तक दोहराएं।

प्रेक्षण

प्रेक्षण सारणी I

EDTA के लवण के विलयन और जल के नमूने (उबालने के बाद) के बीच अनुमापन

क्र. सं.	जल के नमूने का आयतन (सेमी³)	ब्यूरेट पाठ्यांक		EDTA लवण के विलयन का आयतन (सेमी³) (अंतिम-प्रारंभिक)
		प्रारंभिक	अंतिम	
1	60			
2	60			
3	60			

परिकलन

(क) जल के नमूने की स्थायी कठोरता

EDTA लवण के विलयन की मोलरता= M_1 = .01M =0.01 मोल डेमी$^{-3}$

EDTA के विलयन का प्रयुक्त आयतन = V_1 =.....सेमी³ (सारणी I से)

जल के नमूने का आयतन =V_2 = 60 सेंमी³

जल के नमूने (उबालने के बाद) में Ca^{2+}/Mg^{2+} की मोलरता =M_2 = ?

समीकरण (5) का उपयोग करके

$$M_1V_1 = M_2V_2 \text{ or } \quad M_2 = \frac{M_1V_1}{V_2}$$

=.....मोल डेमी$^{-3}$

जल के नमूने की 1 डेमी³ जल में $CaCO_3$के मिग्रा के रूप में स्थायी कठोरता

= M_2 x $CaCO_3$ का मोलर द्रव्यमान x 1000

= M_2 x 100 x 1000 = $CaCO_3$ के..... पीपीएम

(ख) जल के नमूने की अस्थायी कठोरता

अस्थायी कठोरता = संपूर्ण कठोरता-स्थायी कठोरता

= $CaCO_3$ के..... पीपीएम

परिणाम

दिए गए जल के नमूने की स्थायी कठोरता = $CaCO_3$ के ..... पीपीएम

दिए गए जल के नमूने की अस्थायी कठोरता = $CaCO_3$ के ..... पीपीएम

जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन (DO) का निर्धारण

इस प्रयोग में आप दिए गए जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन (DO) का निर्धारण करेंगे।

ऑक्सीजन जबकि स्वयं एक प्रदूषक (pollutant) नहीं होती है, जल में इसकी उपस्थिति, विशेष तौर से इसकी कमी, विभिन्न प्रकार के प्रदूषण की सूचक होती है। मछलियाँ एवं अन्य जलीय जीवों के जीवन के लिए विलीन ऑक्सीजन आवश्यक होती है। जब इसकी सांद्रता 4 पीपीएम से कम होती है तब अलवण जल निकाय (fresh water systems) जलीय जीवन, विशेष रूप से आखेट मछली (game fish) जैसे ट्राउट, के लिए अन-उपयुक्त होते हैं। जल में उपस्थित कार्बनिक पदार्थों के उपचयन के लिए बैक्टीरिया को भी ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। ऑक्सीजन की कम सांद्रता अथवा अनुपस्थिति जल में प्रदूषण का संकेत होती है। इसके अलावा, बॉयलर भरण जल में विलीन ऑक्सीजन बॉयलर प्लेट में संक्षारण (corrosion) का कारण होती है। इसलिए इसका निर्धारण आवश्यक है। इसके लिए रासायनिक तथा यंत्रीय, दोनों विधियां उपलब्ध हैं। इस निर्धारण के लिए वे संवेदक (sensors) उपलब्ध हैं, जिन्हें जल में किसी भी स्थान पर नीचे डाला जाता है तथा जिससे ठीक उस समय और उस स्थान पर ऑक्सीजन की सांद्रता का पता लगता है। ऑक्सीजन इलेक्ट्रोड की भी अपनी सीमाएं हैं तथा इसका उपयोग दूसरे उपचायकों की उपस्थिति में ऑक्सीजन के लिए उपयुक्त नहीं है।

विलीन ऑक्सीजन के रासायनिक निर्धारण में जल के प्रतिचयन (sampling) तथा संग्रहित (storing) करने में मुश्किल होती है, विशेष तौर

से जब जल में सूक्ष्म वनस्पतिजात (microflora) सक्रिय होते हैं। स्थलीय अध्ययन (field work) के लिए अनुमापनी विधि भी असुविधाजनक होती है।

जल में विलीन ऑक्सीजन के निर्धारण के लिए उपयुक्त होने वाली ज्ञात रासायनिक विधियों में विंकलर ऐज़ाइड विधि सबसे अधिक प्रचलित है। इस प्रयोग में आप दिए गए जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन के आकलन के लिए इस विधि का उपयोग करेंगे।

नियम

विंकलर ऐज़ाइड विधि को 1988 में विंकलर ने जल में विलीन ऑक्सीजन के निर्धारण के लिए विकसित किया। इस विधि में पहले जल के नमूने में मैंगनीज सल्फेट, सोडियम हाइड्रॉक्साइड और पोटैशियम आयोडाइड-ऐज़ाइड अभिकर्मक के सांद्रित विलयन डाले जाते हैं। इससे मैंगनीज (II) हाइड्रॉक्साइड, $Mn(OH)_2$ का सफेद अवक्षेप प्राप्त होता है और जल में विलीन ऑक्सीजन द्वारा उपचित होकर मैंगनीज (III) हाइड्रॉक्साइड, $Mn(OH)_3$ का भूरा अवक्षेप देता है। यह नमूना इस अवस्था में स्थिर कहलाता है तथा इसे अनिश्चित काल तक संग्रहीत किया जा सकता है। सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में मैंगनीज़ (III) हाइड्रॉक्साइड घुलकर, डाले गए पोटैशियम आयोडाइड से आयोडीन मुक्त करता है। आयोडीन की मुक्त की गई मात्रा जल में उपस्थित विलीन ऑक्सीजन की मात्रा के ठीक तुल्य होती है। आधिक्य आयोडाइड आयनों की उपस्थिति में मुक्त आयोडीन (I_2) I_3^- के रूप में उपस्थित होती है। फिर मुक्त आयोडीन की मात्रा का आकलन स्टार्च सूचक का इस्तेमाल करके सोडियम थायोसल्फेट के साथ अनुमापन द्वारा किया जाता है।

उपरोक्त अभिक्रियाओं को संक्षेप में निम्नलिखित समीकरणों द्वारा दिया जाता है :

$$MnSO_4 + 2NaOH \rightarrow Mn(OH)_2 + Na_2SO_4$$

$$4Mn(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Mn(OH)_3$$

$$4Mn(OH)_3 + 4KI + 6H_2SO_4 \rightarrow 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 2I_2 + 12H_2O$$

$$4Na_2S_2O_3 + 2I_2 \rightarrow 2Na_2S_4O_6 + 4NaI$$

मुक्त आयोडीन से अभिक्रिया करने के लिए आवश्यक थायोसल्फेट के मोलों और जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन के मोलों के बीच अनुपात को निम्न तरीके से प्राप्त किया जा सकता है:

$$4Mn(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Mn(OH)_3$$

$$4Mn(OH)_3 + 4I^- + 12H^+ \rightarrow 4Mn^{2+} + 2I_2 + 12H_2O$$

$$2I_2 + 4S_2O_3^{2-} \rightarrow 2S_4O_6^{2-} + 4I^-$$

ऊपर दिए गए समीकरणों से यह स्पष्ट है कि O_2 के एक मोल से I_2 के दो मोल मुक्त होते हैं और चूँकि I_2 का एक मोल, $S_2O_3^{2-}$ के दो मोलों से अभिक्रिया करता है इसलिए ऑक्सीजन का एक मोल सोडियम थायोसल्फेट के चार मोलों के तुल्य होगा। अर्थात्, जल में ऑक्सीजन तथा प्रयुक्त थायोसल्फेट के मोलों का रससमीकरणमितीय अनुपात 1 : 4 है, अर्थात्,

$$O_2 \equiv 2I_2 \equiv 4\,S_2O_3^{2-}$$

इसलिए, यदि $M_{Na_2S_2O_3}$, सोडियम थायोसल्फेट विलयन की मोलरता, M_{DO} जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन की मोलरता, $V_{Na_2S_2O_3}$ जल के नमूने के अनुमापन में प्रयुक्त $Na_2S_2O_3$ का आयतन तथा V_{DO} जल के नमूने का आयतन है, तब मोलरताओं को निम्न समीकरण द्वारा संबंधित किया जाता है :

$$\frac{M_{Na_2S_2O_3}\ V_{Na_2S_2O_3}}{M_{DO}V_{DO}} = \frac{4}{1}$$

अथवा $M_{Na_2S_2O_3}\ V_{Na_2S_2O_3} = 4M_{DO}V_{DO}$ ..... (6)

इस प्रक्रिया में नाइट्राइटों की उपस्थिति मुख्य बाधक होती है। ये KI से निम्न समीकरण के अनुसार अभिक्रिया करके आयोडीन मुक्त करते हैं,

$$2HNO_2 + H_2SO_4 + 2KI \rightarrow 2NO + K_2SO_4 + 2H_2O + I_2$$

यह मुक्त की गई आयोडीन भी थायोसल्फेट के साथ अभिक्रिया करेगी। इसके लिए जल में उपस्थित नाइट्राइटों के निवारण के लिए सोडियम एज़ाइड का उपयोग करना होता है। यह जल के अम्लीकरण पर नाइट्राइटों को नष्ट कर देता है।

$$2NaN_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2HN_3 + Na_2SO_4$$

(हाइड्रेज़ोइक अम्ल)

$$3HNO_2 + HN_3 \rightarrow 2NO_2 + 2N_2 + 2H_2O$$

सोडियम थायोसल्फेट विलयन का मानकीकरण

यह विधि आयोडोमिति के नियम पर आधारित है। इसमें पोटैशियम डाइक्रोमेट आयोडाइड को निम्न अभिक्रिया के अनुसार, आयोडीन में उपचयित कर देता है:

$$Cr_2O^{2-}_7 + 14H^+ + 6I^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O.$$

आयोडोमितीय अनुमापन की तरह, मुक्त आयोडीन का निम्न अभिक्रिया के अनुसार सोडियम थायोसल्फेट के साथ अनुमापन किया जाता है:

$$2S_2O^{2-}_3 + I_2 \rightarrow S_4O^{2-}_6 + 2I^-$$

ऊपर दिये गये समीकरण के योग से निम्न समीकरण प्राप्त होता है :

$$Cr_2O^{2-}_7 + 6S_2O^{2-}_3 + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3S_4O^{2-}_6 + 7H_2O$$

इस समीकरण से हम देखते हैं कि पोटैशियम डाइक्रोमेट का एक मोल, सोडियम थायोसल्फेट के 6 मोलों से अभिक्रिया करता है। इसलिए मोलरताओं को निम्न समीकरण द्वारा किया जाता है:

$$\frac{M_{K_2Cr_2O_7} \; V_{K_2Cr_2O_7}}{M_{Na_2S_2O_3} \; V_{Na_2S_2O_3}} = \frac{1}{6}$$

अथवा $6M_{K_2Cr_2O_7} \; V_{K_2Cr_2O_7} = M_{Na_2S_2O_3} \; V_{Na_2S_2O_3}$ ....(7)

आवश्यकताएँ

उपकरण

ब्यूरेट (50 सेंमी³)-1
पिपेट (20 सेंमी³) -1
शंक्वाकार फलास्क (250 सेंमी³) -1
तोल बोतल
आयतनी फलास्क-1
डाटदार बोतल (250 सेंमी ³) -1
इ.पर (250सेंमी³) -1
ब्यूरेट स्टैंड क्लैप के साथ-1
आसुत जल के लिए धावन बोतल-1
वैश्लेषिक तुला -1
प्रभाजी बाट
बाट-पेटी और बाट

रासायनिक द्रव्य

सोडियम बाइकार्बोनेट
सांद्रित सल्फ्यूरिक अम्ल या
फॉस्फोरिक अम्ल
तनु सल्फ्यूरिक अम्ल
पौटेशियम आयोडाइड

विलयन

जल का नमूना

छात्रों को चाहिए कि वे जल के नमूनों को अलग-अलग स्रोतों जैसेः कुआं, नदी, नहर या झील आदि से इकट्ठा करें और अपने परिणामों की तुलना करें।

मैंगनीज (II) सल्फेट विलयनः इस विलयन को 50 ग्रा. मैंगनीज़ (II) सल्फेट पेंटाहाइड्रेट को आसुत जल में घोलकर तथा विलयन को 100 सेंमी बनाकर तैयार किया जाता है।

क्षारीय आयोडाइड-ऐज़ाइड विलयन : इसके लिए 40 ग्रा. सोडियम हाइड्रॉक्साइड, 20 ग्रा पोटैशियम आयोडाइड तथा 0.5 ग्राम अभिकर्मक श्रेणी के सोडियम ऐज़ाइड (NaN_3) को जल में घोला जाता है तथा आयतन को 100 सेंमी बनाया जाता है। सोडियम ऐज़ाइड को शीतल विलयन में डाला जाता है।

पूर्वावधान : सोडियम ऐज़ाइड विषैला होता है, यदि इसे गर्म स्थान में रखा जाए तो यह विस्फोटक होता है। इसे सावधानीपूर्वक इस्तेमाल कीजिए।

ध्यान दीजिए कि मैंगनीज (II) सल्फेट तथा क्षारीय आयोडाइड-ऐज़ाइड दोनों विलयनों को ब्यूरेट से जुड़ी एक जैट व्यवस्था की सहायता से जल के नमूने में जल की सतह के ठीक नीचे डाला जाता है।

सोडियम थायोसल्फेट विलयन (*M*/80) : यह विलयन 3.15 ग्रा सोडियम थायोसल्फेट ($Na_2S_2O_3 . 5H_2O$) को 1 डेमी³ की आयतनी फ्लास्क में आसुत जल में घोलकर तथा अधिक आसुत जल डालकर चिन्ह तक पूरा करके बनाया जाता है। यदि इस विलयन को कुछ अधिक दिनों के लिए संग्रहित करना हो तब सोडियम थायोसल्फेट के वियोजन को रोकने के लिए इसमें 0.1 ग्रा सोडियम कार्बोनेट अथवा क्लोरोफार्म की 3 बूंदें डालनी चाहिए।

स्टार्च विलयन : 2 ग्रा विलेय स्टार्च का एक लेप बनाकर उसमें उबले जल का 1 डेमी ^{3} धीरे-धीरे लगातार हिलाते हुए डाला जाता है। विलयन को स्पष्ट होने तक गर्म किया जाता है। फिर उसको ठंडा करके इसमें परीरक्षण (preservation) के लिए 1.25 ग्रा सैलिसिलिक अम्ल अथवा टॉलूईन की कुछ बूंदें डाली जाती हैं।

कार्य-विधि

जैसा कि आप जानते हैं कि सोडियम थायोसल्फेट एक प्राथमिक मानक नहीं है। इसलिए आपको पहले पोटैशियम डाइक्रोमेट के मानक विलयन के साथ मानकीकरण के लिए इसका अनुमापन करना होगा।.

1. पोटैशियम डाइक्रोमेट का *M*/480 मानक विलयन

इस विलयन को बनाने के लिए 0.6129 ग्रा पोटैशियम डाइक्रोमेट को सही तरह से तोलें, 1 डेमी की आयतनी फ्लास्क में आसुत जल में घोलें तथा अधिक आसुत जल डालकर चिन्ह तक पूरा करें।

2. मानक पोटैशियम डाइक्रोमेट का थायोसल्फेट विलयन के साथ अनुमापन

ब्यूरेट में *M*/80 के सोडियम थायोसल्फेट का विलयन भर लें। ब्यूरेट के प्रारंभिक पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी I में लिख लें। दिए गए मानक पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन का 20 सेंमी ^{3} एक शंक्वाकार फ्लास्क में लेकर उसमें 10 सेंमी 10 प्रतिशत KI विलयन 2 ग्रा सोडियम बाइकार्बोनेट तथा 15 सेमी^{3} तनु सल्फ्यूरिक अम्ल को डाल दें। फ्लास्क को ऊपर से ढक कर 2-3 मिनट के लिए किसी अदीप्त स्थान पर रख दें। इस विलयन का सोडियम थायोसल्फेट के साथ लगातार हिलाते हुए अनुमापन कीजिए। जब विलयन का वर्ण हरा-पीला हो जाए तब 2.0 सेंमी^{3} स्टार्च विलयन डालें। थायोसल्फेट विलयन को बूँद-बूँद करके तब तक डालें जब तक हल्के हरे वर्ण का विलयन न प्राप्त हो जाए। यह अनुमापन का अंत्य बिंदु दर्शाता है। इस ब्यूरेट पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी I में 'अंतिम पाठ्यांक' कॉलम के अंतर्गत लिखें। दो पाठ्यांकों का अंतर सोडियम थायोसल्फेट ($Na_2S_2O_3$) का प्रयुक्त आयतन बताता है। इस अनुमापन को कम से कम दो सुसंगत फलांकों के प्राप्त होने तक दुहराएं।

3. जल के नमूने का अनुमापन

i) एक 250 सेमी^{3} की डाटदार बोतल में दिया गया जल का नमूना भर दें। बोतल के डाट को सावधानीपूर्वक इस प्रकार लगाएं कि कोई वायु के बुलबुले न आ पाए क्योंकि वे नमूने में वायु द्वारा ऑक्सीजन के स्तर को बढ़ा सकते हैं।

ii) डाट को हटा लें, ब्यूरेट से जुड़े जेट की सहायता से 1 सेमी^{3} मैंगनीज़ (II) विलयन बोतल में डालें। इसी तरह 1 सेमी^{3} क्षारीय आयोडाइड-ऐज़ाइड विलयन डाल दें। जेट का सिरा जल की सतह से नीचे होना चाहिए, जिससे सघन अभिकर्मक-विलयन जल को प्रतिस्थापित करके नीचे बैठ जाएं। बोतल में फिर डाट लगाकर उसे अच्छी तरह हिलाएं।

iii) मैंगनीज़ (III) हाइड्रॉक्साइड के भूरे अवशेष को पूरे 15 मिनट के लिए स्थिर करने के लिए छोड़ दें और डाट को हटाकर 2 सेमी^{3} के ड्रापर या मापनी पिपेट की सहायता से 2 सेमी^{3} सांद्रित सल्फ्यूरिक अम्ल या फास्फोरिक (V) अम्ल डाल दें। डाट फिर से लगाकर बोतल को हिलाएं जिससे अवक्षेप घुल जाए। ऐसा करने से आयोडीन का विशिष्ट भूरा लाल वर्ण प्राप्त होना चाहिए तथा पूरा अवक्षेप घुल जाना चाहिए। यदि कुछ मिनट के बाद गहरा भूरा अवक्षेप वापिस आ जाए तब सल्फ्यूरिक अम्ल की कुछ और बूँदें डाली जा सकती हैं।

iv) पिपेट की सहायता से उपरोक्त विलयन का 100 सेमी^{3} अनुमापन के लिए एक 250 सेमी ^{3}की शंक्वाकार फ्लास्क में लें तथा मुक्त आयोडीन का मानकीकृत थायोसल्फेट विलयन के साथ अनुमापन करें, जिससे फीके पीले वर्ण का विलयन प्राप्त होगा। इसमें 2 सेमी ^{3} स्टार्च विलयन डालकर अनुमापन जारी रखें, जिससे अंत्य बिंदु पर नीला वर्ण लुप्त हो जाए। प्रयोग को एक बार फिर दोहराएं। ब्यूरेट पाठ्यांकों को प्रेक्षण सारणी II में लिखें।

प्रेक्षण

पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन की मोलरता = $M_1 = M/480 = 0.00208$ मोल डेमी$^{-3}$

अनुमापन के लिए जल के नमूने का आयतन = 100 सेमी ^{3}

प्रेक्षण सारणी I

पोटैशियम डाइक्रोमेट तथा सोडियम थायोसल्फेट विलयन के बीच अनुमापन

क्र.सं.	पोटेशियम डाइक्रोमेट विलयन का आयतन (सेंमी^{3})	ब्यूरेट पाठ्यांक		सोडियम थायोसल्फेट विलयन का आयतन (सेंमी^{3} (अंतिम - प्रारंभिक)
		प्रारंभिक	अंतिम	
1	20			
2	20			
3	20			

प्रेक्षण सारणी II

जल के नमूने तथा सोडियम थायोसल्फेट विलयन के बीच अनुमापन

क्र.सं.	जल के नमूने का आयतन	ब्यूरेट पाठ्यांक		सोडियम थायोसल्फेट विलयन का आयतन (सेंमी³) (अंतिम - प्रारंभिक)
		प्रारंभिक	अंतिम	
1	100			
2	100			

परिकलन

क) सोडियम थायोसल्फेट विलयन की सांद्रता का निर्धारण

पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन की मोलरता = $M_1 = M/480 = 0.00208$ मोल डेमी$^{-3}$

पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन का आयतन = $V_1 = 20$ सेंमी^{3}

सोडियम थायोसल्फेट का आयतन = V_2.....सेंमी^{3}

(सारणी I से)

सोडियम थायोसल्फेट विलयन की मोलरता = M_2 = ?

समीकरण 7 का उपयोग करते हुए

$6M_1V_1 = M_2V_2$

$$M_2 = \frac{6M_1V_1}{V_2}$$

=.....मोल डेमी$^{-3}$

ख) जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन (DO) का निर्धारण

सोडियम थायोसल्फेट विलयन की मोलरता = $M_3 = M_2$ = ...मोल डेमी$^{-3}$

सोडियम थायोसल्फेट विलयन का आयतन = V_3 = ...सेंमी ^{3}

(सारणी II से)

अनुमापन में प्रयुक्त जल के नमूने का आयतन = $V_4 = 100$ सेमी ^{3}

विलीन ऑक्सीजन की मोलरता = M_4 = ?

समीकरण 6 का उपयोग करते हुए,

$4M_4V_4 = M_3V_3$

$$M_4 = \frac{M_3V_3}{4V_4}$$

=.....मोल डेमी$^{-3}$

जल के नमूने में विलीन ऑक्सीजन (DO) मिग्रा डेमी $^{-3}$ में

= M_4 x O_2 का मोलर द्रव्यमान x 1000

= M_4 x 32 x 1000 पीपीएम

=..... पीपीएम

परिणाम

जल के नमूने में ऑक्सीजन की मोलरता = ... मोल डेमी$^{-3}$

जल के नमूने में ऑक्सीजन की पीपीएम में मात्रा = ...

सामान्यतः मछली के जीवन के लिए आवश्यक विलीन ऑक्सीजन का न्यूनतम स्तर 4 पीपीएम होता है। इसी आधार पर बताइए कि दिया गया जल का नमूना मत्स्य उद्योग के लिए उपयुक्त है अथवा नहीं।

अधिक सही परिणाम के लिए $MnSO_4$ तथा क्षारीय आयोडाइड-ऐज़ाइड द्रव्यों द्वारा विस्थापित जल भी ध्यान में रखा जाता है। 100 cm^3 प्रारम्भिक जल नमूने के तुल्य जल के आयतन की गणना कर ली जाती है। अतः 100 X 250/(250 -2) = 100.8 cm^3 जल के नमूने के साथ अनुमान किया जाता है।

क्लोराइडों का निर्धारण

क्लोराइड अधिकतर NaCl, $CaCl_2$ और $MgCl_2$ के रूप में जल में पाए जाते हैं। क्लोराइडों की अधिकता, धातु के पाइपों और रचनाओं, साथ ही पौधों को नुकसान पहुँचाती है।

तटीय जल की लवणता में ज्यादा भिन्नता नहीं होती पर मुहानों पर इसमें विभिन्न गहराइयों पर और विभिन्न स्थानों पर काफी भिन्नता होती है। मुहानों में प्रतिचयित जल के किसी भी नमूने के अध्ययन में, जीव वैज्ञानिक महत्व को देखते हुए क्लोराइडों का निर्धारण काफी महत्वपूर्ण है।

क्लोराइडों के निर्धारण के लिए सबसे उपयुक्त तरीका सिल्वर नाइट्रेट अनुमापन (अर्जेन्टोमितीय) का है।

नियम

सिल्वर नाइट्रेट अनुमापन विधि में, क्लोराइड आयनों का पानी के नमूने में निर्धारण, सिल्वर नाइट्रेट के मानक विलयन के साथ अनुमापन द्वारा पोटैशियम क्रोमेट सूचक की उपस्थिति में किया जाता है। क्लोराइड आयन सिल्वर नाइट्रेट से अभिक्रिया करने पर सिल्वर क्लोराइड के रूप में अवक्षेपित हो जाते हैं। जब संपूर्ण क्लोराइड आयन अवक्षेपित हो जाते हैं अर्थात् अंत्य बिंदु पर सिल्वर नाइट्रेट की एक बूंद आधिक्य में मिलने पर सिल्वर क्रोमिट का लाल रंग का अवक्षेप प्राप्त होता है। इसलिए अंत्य बिंदु का निर्धारण विलयन के पीले वर्ण (जो कि K_2CrO_4 के कारण है) से लाल वर्ण के परिवर्तन से करते हैं। रासायनिक अभिक्रियाओं को निम्न प्रकार लिखा जा सकता है –

$$Cl^- + AgNO_3 \rightarrow \underset{\text{श्वेत अवक्षेप}}{AgCl\downarrow} + NO_3^- \qquad \text{..... (8)}$$

$$2\,AgNO_3 + K_2CrO_4 \rightarrow \underset{\text{लाल}}{Ag_2CrO_4} + 2KNO_3$$

समीकरण (8) से यह स्पष्ट है कि सिल्वर नाइट्रेट का एक मोल क्लोराइड आयनों के एक मोल से अभिक्रिया करता है। इसलिए मोलरताओं को निम्न समीकरण द्वारा संबंधित किया जाता है :

$$\frac{M_1V_1}{M_2V_2} = \frac{1}{1}$$

या $M_1V_1 = M_2V_2$ .....(9)

यहाँ M_1=सिल्वर नाइट्रेट विलयन की मोलरता,

M_2=क्लोराइड आयनों की जल के नमूने में मोलरता,

V_1=सिल्वर नाइट्रेट विलयन का आयतन, तथा

V_2=जल के नमूने का आयतन है।

सिल्वर नाइट्रेट एक प्राथमिक मानक नहीं है, अतः इसे क्लोराइडों के निर्धारण में उपयोग में लाने से पहले सोडियम क्लोराइड के मानक विलयन के साथ मानकीकरण करते है। सोडियम क्लोराइड तथा सिल्वर नाइट्रेट के बीच अभिक्रिया को निम्न प्रकार से व्यक्त करते हैं:

$$NaCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + NaNO_3$$

इस अनुमापन में पोटैशियम क्रोमेट को सूचक की तरह प्रयोग करते हैं। मोलरता की गणना के लिए हम समीकरण (9) का प्रयोग करते हैं।

आवश्यकताएँ

इस प्रयोग के लिए हम निम्न उपकरणों, रासायनिक द्रव्यों तथा विलयनों का इस्तेमाल करेंगे–

उपकरण	रासायनिक द्रव्य
ब्यूरेट (150 सेमी³)-1	
पिपेट (20 सेमी³) -1	सोडियम क्लोराइड
शंक्वाकार फ्लास्क (250 सेमी³)-1	
आयतनी फ्लास्क (250 सेमी³)-1	
आयतनी फ्लास्क (1 डेमी³)-1	
ब्यूरेट स्टैंड क्लैप के साथ-1	

तोल बोतल-1
आसुत जल के लिए धावन बोतल-1
वैश्लेषिक तुला
प्रभाजी बाट
बाट-पेटी और बाट

विलयन

जल का नमूना

छात्रों को चाहिए कि वे जल के नमूनों को अलग-अलग स्रोतों जैसे– कुआं, नदी, नहर या झील से इकट्ठा करें और अपने परिणामों की तुलना करें।

पोटैशियम क्रोमेट सूचक विलयन

5.0 ग्राम K_2CrO_4 को 100 सेमी^{3} आसुत जल में विलेय करके विलयन बनाते हैं।

कार्य-विधि

प्रयोगिक कार्य-विधि में निम्न चरण होते हैं :

1. मानक 0.01 *M* सोडियम क्लोराइड बनाने की विधि

0.585 ग्राम सोडियम क्लोराइड (140°C पर निर्जलित) को आसुत जल में विलेय करें। आसुत जल मिलाकर 1 डेसी^{3} आयतनी फ्लास्क को चिह्न तक भरें तथा फ्लास्क को अच्छी तरह हिलाकर समागी विलयन प्राप्त कर लें।

2) मानक सोडियम क्लोराइड विलयन का सिल्वर नाइट्रेट विलयन के साथ अनुमापन

0.01 *M* सिल्वर नाइट्रेट विलयन बनाने के लिए 0.425 ग्राम $AgNO_3$ तोलें तथा इसे 250 सेमी^{3} आयतनी फ्लास्क में लेकर आसुत जल में विलेय करें। विलयन को चिन्ह तक भरें और फ्लास्क को अच्छी तरह हिलाकर समांगी बना लें। ब्यूरेट को इस विलयन से खंगालकर भर लें। ब्यूरेट पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी I में लिख लें।

20 सेमी^{3} की पिपेट की सहायता से मानक सोडियम क्लोराइड विलयन का 20 सेमी^{3} आयतन एक 250 सेमी^{3} की शंक्वाकार फ्लास्क में लें। उसमें कुछ बूंदें पोटैशियम क्रोमेट सूचक की डाल दें। इस अवस्था में विलयन का रंग पीला होता है। ब्यूरेट में लिए गए सिल्वर नाइट्रेट विलयन के साथ अनुमापन शुरू कीजिए और साथ-साथ फ्लास्क को हिलाते रहें। अनुमापन तब तक जारी रखें जब तक कि पीला वर्ण लाल वर्ण में परिवर्तित न हो जाए। यह अनुमापन के अंत्य बिंदु को दर्शाता है। ब्यूरेट पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी I में अंतिम पाठ्यांक कॉलम के अंतर्गत लिख लीजिए।

पाठ्यांकों का अंतर अनुमापन में प्रयुक्त सिल्वर नाइट्रेट विलयन का आयतन देता है। इस अनुमापन को कम से कम दो सुसंगत फलांकों के प्राप्त होने तक दोहराएं

3) जल के नमूने का अनुमापन

पिपेट की सहायता से जल के नमूने का 100 सेमी^{3} (हम अधिकतर जल के नमूने का ऐसा आयतन चुनते हैं जो सिल्वर नाइट्रेट का एक सुविधाजनक आयतन इस्तेमाल करें) एक 250 सेमी^{3} की शंक्वाकार फ्लास्क में लें। इसमें कुछ बूंदें पोटैशियम क्रोमेट सूचक की डाल दें। इस विलयन को तब तक अनुमापन करें जब तक पीला वर्ण लाल वर्ण में परिवर्तित न हो जाए। ब्यूरेट पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी -II में लिख लीजिए। इस अनुमापन को कम से कम दो सुसंगत फलांकों के प्राप्त होने तक दोहराएं।

प्रेक्षण

प्रेक्षण सारणी I

मानक NaCl विलयन तथा $AgNO_3$ विलयन के बीच अनुमापन

क्र.सं.	NaCl विलयन का आयतन सेमी^{3}	ब्यूरेट पाठ्यांक		$AgNO_3$ विलयन का आयतन (सेमी^{3}) (अंतिम-प्रारंभिक)
		प्रारंभिक	अंतिम	
1	20			
2	20			
3	20			

प्रेक्षण सारणी II

जल के नमूने तथा $AgNO_3$ विलयन के बीच अनुमापन

क्र. सं.	जल के नमूने का आयतन सेंमी³	ब्यूरेट पाठ्यांक		$AgNO_3$ विलयन का आयतन (सेंमी³) (अंतिम-प्रारंभिक)
		प्रारंभिक	अंतिम	
1	100			
2	100			
3	100			

परिकलन

क) सिल्वर नाइट्रेट विलयन की मोलरता का निर्धारण

सोडियम क्लोराइट विलयन की मोलरता = M_2 = 0.01 M = 0.01 मोल डेमी$^{-3}$
सोडियम क्लोराइड विलयन का आयतन = V_2 = 20 cm^3
सिल्वर नाइट्रेट विलयन का आयतन V_1 = ...cm^3
(सारणी -I से)
सिल्वर नाइट्रेट विलयन की मोलरता = M_1 = ?
समीकरण (9) का उपयोग करके

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$M_1 = \frac{M_2V_2}{V_1}$$

= . . . . . मोल डेमी$^{-3}$

ख) जल के नमूने में क्लोराइडों का निर्धारण

सिल्वर नाइट्रेट की मोलरता = $M_3 = M_1$ = मोल डेमी$^{-3}$
सिल्वर नाइट्रेट का आयतन = V_3 = ... सेंमी
(सारणी -II से)
जल के नमूने का आयतन V_4 = ... सेंमी
जल के नमूने में क्लोराइडों की मोलरता = M_4 = ?
जल के नमूने में क्लोराइडों की मोलरता
समीकरण (9) का उपयोग करके

$$M_4V_4 = M_3V_3$$

$$M_4 = \frac{M_3V_3}{V_4}$$

= . . . . . मोल डेमी$^{-3}$

जल के नमूने में क्लोराइडों के मिग्रा डेमी$^{-3}$
= M_4 x Cl का मोलर द्रव्यमान x 1000
= M_4 x 35.5 x 100
= . . . . . पीपीएम

परिणाम

जल के नमूने में क्लोराइडों की मात्रा . . . . . पीपीएम में।

अम्लीयता

प्रयोगशाला के बाहर सबसे व्यावहारिक तरीका रंग के आधार पर अम्लीयता का पता लगाने का है **(colorimetric method)**। यह काफी शुद्ध भी है। जल की अम्लीयता नापने के लिए बहुत कम रेंज वाले pH पेपर मिलते हैं। मिट्टी के लिए अम्लीयता नापने वाले किट **(soil-acidity**

kits) मिलते हैं जिनमें रंग संकेतक होते हैं कम रेंज के संकेतकों वाला किट लेना चाहिए। बहुत सूक्ष्म नाप तथा शोधकार्य के लिए इलेक्ट्रॉनिक pH मीटर मिलते हैं। ये काफी महंगे हैं लेकिन अपेक्षाकृत उचित मूल्य के पाकेट pH मीटर भी मिलते हैं।

मिट्टी में उपस्थित पदार्थों का मापन

मिट्टी के नमूने लेने के लिए सबसे सक्षम औज़ार मिट्टी का बरमा (Augee) है। इससे शोधकर्ता ज्ञात गहराई और क्षेत्र से मिट्टी निकाल सकता है। मिट्टी के संघटन का पता लगाने से पूर्व इसे सुखा दिया जाता है। मोटे तौर पर संघटन ज्ञात करने के तीन तरीके हैं।

1. हाथ के सूक्ष्मदर्शी लैंस से बालू, गाद, चिकनी मिट्टी और बजरी के नमूनों की जांच करें। इनमें से हर नमूने को गीला करें और अंगुलियों के बीच में लेकर महसूस करें। इनकी बनावट का अंतर महसूस करें और नोट करें कि नम होने पर ये कैसे लगते हैं।
2. विभिन्न स्थानों से, जैसे वनों, मैदानों और बगीचों से मिट्टी के नमूने लें। अंगुलियों के बीच महसूस करें। अगर किरकिराहट महसूस हो तो मिट्टी बलुई है। अगर कुछ या सारी मिट्टी आटे या टैल्कम पाउडर सी चिकनी लगे तो यह गाद वाली मिट्टी है। अगर चिकनी मिट्टी ज्यादा है, तो सूखने पर सख्त लगेगी।
3. नमूनों को भिगोकर थोड़ा सख्त पुटीन (putty) से बना लें। इससे करीब आधा इंच व्यास का गोला बनाएं। गोले को अंगूठे और अंगुली के बीच दबाएं। अंगूठे को दबाते हुए मिट्टी को रिबन-सा बना लें। अगर रिबन आसानी से बने और या लचीला बने तो मिट्टी गाद वाली या चिकनी है अगर अपने ही वजन से आसानी से टूट जाए, तो दुमट या गादर वाली दुमट मिट्टी है रिबन नहीं बन पाता। तो मिट्टी संभवतः गाद वाली दुमट, बलुई या बालू है। प्रयोगशालाओं में मिट्टी के संघटन की जांच के लिए इसकी बिजली के चूल्हे (Oven) पर सुखाई गयी निश्चित मात्रा को अलग-अलग चौड़ाई के छेदों वाली जालियों से गुजारा जाता है ताकि विभिन्न संघटक अलग हो सकें। हर संघटक का अनुपात पता लगने पर मिट्टी का संघटन जाना जा सकता है। मिट्टी का संघटन ज्ञात करने का इससे मिलता-जुलता लेकिन अपेक्षाकृत कम शुद्ध तरीका निम्न है:

   i) हर प्रकार की मिट्टी के नमूने इकट्ठे करें। हर नमूने की कम से कम इतनी मात्रा लें कि आधे लीटर का जार आधार भर लें। जार का ढक्कन लगाकर इसे हिलाएं। मिट्टी को स्थिर होने दें। छोटे-छोटे कणों के स्थिर होने में काफी समय लगता है, इसलिए पर्याप्त समय तक इंतजार करें। भारी कण सबसे पहले स्थिर होंगे। उसके बाद गाद और फिर चिकनी मिट्टी स्थिर होगी। यह सभी संघटक अलग-अलग परतें बना लेते हैं।

   ii) जार के किनारे एक मोटा कागज खड़ा करें और अलग-अलग पर्तों को दिखाता रेखाचित्र (diagram) बनायें। हर परत में मिट्टी की आपेक्षिक मात्रा से मिट्टी के संघटन का पता चलता है।

नमी

मिट्टी के नमूने लेकर उन्हें प्लास्टिक के बैगों में भर कर प्रयोगशाला में लाएं। बहुत गीले होने पर नमूनों से जल निकलने दें। प्रतिचयन करते समय नमूने के भार और ओवन में सुखाने के बाद उसके भार का अंतर ही प्रतिचयित नमूने में नमी की मात्रा है। 10 ग्राम से ज्यादा का नमूना तौलते हैं इसे नमूने का ताजा भार (Fresh weight) कहेंगे। इसे वाष्पन के लिए डिब्बे में रखकर ओवन में 1050 सेल्सियस ताप पर तब तक गरम करते हैं, जब तक भार स्थिर न हो जाए। इसे डेसीकेटर (desiccator) में ठंडा कर के फिर तौलते हैं। ताजा भार (FW) में ओवन में सुखाने के बाद (DW) में जो कमी आती है वह नमी की मात्रा (MC) को दर्शाती है।

प्रतिशत में नमी की मात्रा का आकलन इस सूत्र से किया जा सकता है :

$$\%MC = \frac{FW - DW}{FW} \times 100$$

कार्बनिक पदार्थ

मिट्टी के कार्बनिक पदार्थों की बिल्कुल शुद्ध गणना विशेष उपकरणों के बिना कठिन है पर जलाने से भार में आने वाली कमी से काफी हद तक शुद्ध गणना प्राप्त हो सकती है।

1. ओवन में सुखायी करीब 5 ग्राम मिट्टी लें। सावधानी से इसे तौलें फिर क्रसिबिल में एकदम लाल होने तक करीब आधे घंटे तक गर्म करें। डेसीकेटर में ठंडा करें फिर वजन करें और फिर तौलें।
   चेतावनी : एकदम लाल (red hot) होने का मतलब सेल्सियस से अधिक ताप है, इसलिए सावधानी बरतें।
2. यह प्रक्रिया तब तक दोहराएं जब तक भार स्थिर न हो जाएं , और प्रतिशत में व्यक्त की गयी भार में कमी आक्सीकृत हो जाने वाले कार्बनिक पदार्थ की मात्रा है।
3. इस प्रक्रिया में टूट जाने वाले कार्बोनेटों की कमी पूरी करने के लिए ठंडे नमूने में अमोनियम कार्बोनेट मिलाकर 105 सेल्सियस तक ओवन में गर्म करें ताकि अतिरिक्त विलयन सूख जाए। ठंडा करके फिर तौलें। भार में जो वृद्धि हुई है, वह पिछली बार गर्म करने पर कार्बोनेटों से निकली कार्बन डाईऑक्साईड की मात्रा है। भार की इस वृद्धि को फिर शुरू में भार में जो कमी हुई थी उसमें से घटा लेते हैं। इसके बाद कार्बनिक पदार्थों का प्रतिशत निकाल लेते हैं।