अध्याय– 14

परियोजना कार्य

परियोजना –1 पीने के पानी में जीवाणु संदूषण को सल्फाइड आयन द्वारा ज्ञात करना।

उपकरण – परखनली, परखनली स्टैण्ड, सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड घोल, बीकर।

सिद्धान्त – पीने के पानी के जीवाणु संदूषण का मुख्य कारण दुर्घटनात्मक या अचानक ही सीवरेज के पानी के पीने के पानी के साथ मिलना है। ऐसा जल हमें प्रदूषित नदियों, झीलों आदि से भी प्राप्त होता है।

सीवरेज में वायवीय और अवायवीय जीवाणु उपस्थित होते हैं, जो इसमें उपस्थित जैविक यौगिकों का ऑक्सीकरण करते हैं। ऑक्सीजन की अच्छी मात्रा में वायवीय जीवाणु द्वारा ऑक्सीकरण हो जाता है और ऑक्सीकरणीय उत्पाद अबदबूदार और नाईट्राईट, नाईट्रेट, सल्फेट, फोस्फेट आदि का मिश्रण होता है। इस प्रकार की सीवेज की ऑक्सीकरण प्रक्रिया को वायवीय ऑक्सीकरण कहते है। इस प्रकार के पानी में जीवाणुओं की मात्रा ज्यादा नहीं होती । इस तरह के पानी से आसानी से प्रयोग करने वाला शुद्ध पानी पर्याप्त मात्रा में प्राप्त किया जा सकता है।

दूसरी तरफ जब दूषित जल में ऑक्सीजन की मात्रा कम हो तो अवायवीय जीवों द्वारा सड़ाव आ जाता है और मिथेन (CH_4), हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) , अमोनिया सल्फाइड [$(NH_4)_2 S$), और फॉस्फीन (PH_3) आदि गैसे बनती है जो बदबूदार होती है। इस प्रकार के ऑक्सीकरण को अवायवीय ऑक्सीकरण कहते हैं। इस प्रकार के ऑक्सीकरण में जीवाणु उस ऑक्सीजन का प्रयोग करते हैं जो कि जैविक पदार्थ में या नाइट्रेट, नाईट्राई, सल्फेट, जो कि सीवरेज में उपस्थित होते हैं, में होती है। इस तरह के सीवरेज के पानी में भारी मात्रा में जीवाणु होते हैं और यह जब थोड़ी मात्रा में भी शुद्ध पानी में मिल जाएं तो बहुत हानिकारक हो सकता है। पानी में इस तरह की गन्दगी को सल्फाइड आयन की जांच द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। सल्फाइड आयन को परीक्षण करने के लिए सबसे संवेदनशील परीक्षण नाईट्रोप्रुसाइड परीक्षण है। इस घटक के साथ सल्फाइड आयन, अगर उपस्थित है तो बैंगनी रंग के देते हैं।

विधि – 1. 5–7 पानी के नमूने अलग–अलग स्थानों से एकत्र करो जैसे कि कुआं, नल, नदी, झील आदि और उन्हें A, B, C, D, E आदि से अंकित करो।

2. A परखनली में से 2-5 mL पानी लो। अब इसमें 1–2 बूंदे नाइट्रोप्रुसाइड घोल की मिलाओ। बदलते हुए रंग को देखो। अपनी कापी में अपनी टिप्पणी लिखो।
3. इसी तरह नमूनों की भी जांच करो और टिप्पणी को लिखो।

टिप्पणी सारणी

क्रम संख्या	**पानी के नमूने**	**रंग उत्पन्न**	जीवाणु **अशुद्धता**
1.	नमूना A	कोई रंग नहीं	शुद्ध
2.	नमूना B	बैंगनी रंग	अशुद्ध
3.	नमूना C	कोई रंग नहीं	शुद्ध
4.	नमूना D	बैंगनी रंग	अशुद्ध

परिणाम – पानी के नमूने B और D में बैक्टीरियल गन्दगी है।

परियोजना –2 पानी को शुद्ध करने की विधियों का अध्ययन करना।

सिद्धान्त – पीने योग्य पानी, जो कि मनुष्य के उपयोग के लिए अच्छा है, को नीचे लिखी हुई जरूरी मांगों को पूरा करना चाहिए।

(i) इसे चमकता हुआ साफ और दुर्गन्ध रहित होना चाहिए।
(ii) यह बीमारी फैलाने वाले सूक्ष्म जीवों से रहित होना चाहिए।
(iii) यह विभिन्न जहरीले भारी धातुओं के आयन से रहित होना चाहिए।
(iv) इसकी मृदुता उचित मात्रा में होनी चाहिए।
(v) इसमें कुल घुले हुए ठोस पदार्थो की मात्रा से अधिक नहीं होनी चाहिए।

बड़े स्तर पर पानी के शुद्धीकरण के लिए प्रयोग में लाई जाने वाली विधियां –

नदियों, झीलों, झरनों या कुंओं से मिलने वाला प्राकृतिक पानी प्रायः पीने योग्य पानी की मांगों को पूरा नहीं करते।

विभिन्न प्रकार की अशुद्धियों को दूर करने के लिए हम प्रायः निम्नलिखित विधियों का प्रयोग करते है।

1. तैरती अशुद्धियों को दूर करना –

(i) छानना (Screening) – अशुद्ध पानी कई प्रकार के छिद्रो वाली जालियों में से गुजारा जाता है। तैरती अशुद्धियां इन जालियों द्वारा रोक ली जाती है।

(ii) अवसादन (Sedimentation) – इसमें तैरती हुई या कोलाइडी (Colloidal) अशुद्धियों को दूर किया जाता है। छने हुए पानी को लगभग 50 m गहरे बड़े टैंक में बिना छेडे रहने दिया जाता है। तैरती हुई अधिकतर अशुद्धियां गुरूत्वाकर्षण बल के कारण तल पर बैठ जाती है। तब साफ पानी पंपों की सहायता से निकाल लिया जाता है। अवसादन की पूरी प्रक्रिया में 2 से 6 घण्टे लग जाते हैं।

पानी के शुद्धिकरण में स्कंदकों (Coagulants) का योगदान –जब पानी में बारीक मिट्टी के कण और कोलाइडी पदार्थ होता है तो अवसादन स्कंदन के साथ करना जरूरी हो जाता है। इसके लिए इसमें आवश्यक मात्रा में कुछ रसायन, जिन्हें स्कंदन कहते हैं, को डाल कर बारीक कोलाइडी और तैरते हुए कणों को निकाला जाता है। कोग्यूलेण्टस जैसे अलम या फेरस सल्फेट (जो कि ऑक्सीकरण होने पर फेरिक आयन देता है।) Al^{3+} या Fe^{3+} आयन देते है, जो कोलाइडी (Colloidal) और मिट्टी के कणों के ऋणात्मक आवेश को उदासीन करते है। उदासीनिकरण के पश्चात छोटे मिट्टी के कण एक दूसरे के नजदीक आते हैं और इस प्रकार एक बड़ा कण बनाते हैं, जो कि अधिक तीव्रता से नीचे बैठ जाता है।

(iii) छनाई (Filtration) – यह पानी को बारीक रेत और अन्य उचित प्रकार के दानेदार पदार्थों की तहों के बीच से गुजार कर किया जाता है। यह स्कंदित (Coagulated) या तैरते हुए पदार्थों को पानी में मौजूद बैक्टीरिया और सूक्ष्म जीवों के साथ निकाल देता है। छनाई प्रायः रेत फिल्टर द्वारा की जाती है।

2. सूक्ष्म जीवाणुओं को मारना – रेत फिल्टर से आने वाले पानी में अब भी कुछ रोगजनक जीवाणु बैक्टीरिया होते हैं। बीमारी फैलाने वाले जीवाणु या अन्य सूक्ष्म जीवों को खत्म करने या मारने की प्रक्रिया को विसंक्रमण (Disinfection) कहते है। रसायनिक पदार्थ, जो कि जीवाणु या अन्य सूक्ष्म जीवों को मारने के प्रयोग में लाया जाता है, को रोगाणु–नाशक (Disinfections) कहलाते हैं। पानी में रोगाणुओं को नाश करने की कुछ प्रक्रियाएं अग्रलिखित है।

(क) उबालना – पानी को लगभग 10 से 15 मिनट तक उबालने से पानी में मौजूद लगभग सभी जीवाणु और अन्य सभी सूक्ष्म जीवों को मारा जा सकता है। क्योंकि यह विधि बहुत मंहगी और एक बार रोगाणु–नाशन के बाद पानी अधिक देर तक सुरक्षित नहीं रहता, इसलिए यह विधि नगरों के पानी को साफ करने में नहीं अपनाई जाती है।

(ख) विरंजक चूर्ण (Bleaching powder) **के मिलाने से –** यदि विधि ज्यादातर छोटे स्तर पर पानी शद्ध करने के काम में लाई जाती है। इस विधि में, 1000 kL पानी में लगभग 1 kL विरंजक चूर्ण मिलाया जाता है और पानी को कई घण्टों के लिए बिना छेड़े पड़ा रहने दिया जाता है। पानी के विरंजक चूर्ण से क्रिया करने पर हाइपोक्लोरस अम्ल बनता है जो कि पानी में मौजूद सभी जीवाणु और अन्य सभी सूक्ष्म जीवों को नष्ट कर देता है।

$$\underset{\text{विरंजक चूर्ण}}{CaOCl_2} + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + Cl_2$$

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + \underset{\text{हाइपोक्लोरस अम्ल}}{HOCl}$$

(ग) क्लोरीनेशन के द्वारा (Chlorination) **–** पूरे विश्व में ज्यादातर क्लोरीन को ही बड़े स्तर पर रोगाणु–नाशक के रूप में प्रयोग किया जाता है। इसके लिए, इसे गैस या द्रवीय रूप में या सांद्रित घोल के रूप में प्रयोग किया जाता है। क्लोरीन पानी के सम्पर्क में आने से हाइपोक्लोरस अम्ल पैदा करती है, जो कि एक शक्तिशाली जीव–नाशक है।

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HOCl + HCl$$

क्लोरीन गैस हाइपोक्लोरस अम्ल

ऐसा माना जाता है कि क्लोरीन (Cl_2) की रोगाणु–नाशन प्रक्रिया HOCl के बनने के कारण है जो कि सूक्ष्म जीवों में मौजूद कुछ आवश्यक एन्जाइम (enzymes) को निष्क्रिय करता है जिससे ये सूक्ष्म–जीव क्षण भर में मर जाते है। pH का मान 6.5 अर्थात अम्लीय कर के HOCl (जो कि हाइपोक्लोराइड आयन पैदा करता है) के आयनन को रोका जाता है। ऐसा इसलिए करते है कि क्योंकि हाइपोक्लोराइड आयन अपने आप में रोगाणुनाशक के रूप में प्रभावशील नहीं है।

$$HOCl \rightleftharpoons H^+ + OCl^-$$

Hypochloride ion

(घ) क्लोरऐमीन के द्वारा – जब क्लोरीन और अमोनिया आयतन के 2:1 अनुपात में मिलाए जाते है तो एक यौगिक क्लोरमाईन (Chloramine) बनता है।

$$Cl_2 + NH_3 \rightarrow ClNH_2 + HCl$$

क्लोरऐमीन

क्लोरऐमीन की रोगाणु–नाशन क्रिया क्लोरीन से कहीं ज्यादा देर तक रहने वाली है, इसलिए इसे एक अच्छा रोगाणु–नाशक माना जाता है। इसके अतिरिक्त पानी में क्लोरऐमीन की अधिक मात्रा कोई खराब स्वाद व गन्ध भी नहीं छोड़ती। इसलिए आजकल अकेले क्लोरीन के अपेक्षा क्लोरऐमीन को पीने वाले पानी के रोगाणुनाशन हेतु बेहतर माना जाता है।

(ड.) ओजोन के द्वारा – ओजोन एक बढ़िया रोगाणुनाशन है जो कि अवशेष के रूप में कोई स्वाद व गन्ध नहीं छोड़ती। शुद्ध, सूखी व ठंडी ऑक्सीजन में से विद्युत धारा के प्रवाह से ओजोनीकृत ऑक्सीजन तेयार की जाती है। ओजोन अत्यधिक अस्थिर होने के कारण विघटित होकर नवजात ऑक्सीजन देती है। नवजात ऑक्सीजन एक शक्तिशाली ऑक्सीकारक होने के कारण पानी में मौजूद किसी जैविक पदार्थ (सूक्ष्म जीवों को सम्मिलित कर) को ऑक्सीकृत कर देती है। क्योंकि ओजोन अत्यधिक अस्थिर है, सो पानी में जरूरत से अधिक ओजोन शीघ्र विघटित होकर अहानिकारक, स्वादहीन और गन्ध रहित ऑक्सीजन में बदल जाती है। इस विधि में सम्पर्क काल 10 से 15 मिनटों का होता है और प्रायः ओजोन की मात्रा 2–3 ppm होती है।ओजोन का रोगाणु–नाशक के रूप में प्रयोग करने में केवल एक बाधा है कि यह बहुत मंहगी है।

छोटे स्तर पर पानी की शुद्धिकरण की विधिया (घरेलू जल शुद्धीकरण)

1. प्रतीप परासरण (Reverse Osmosis) : एक अर्ध–पारगम्य झिल्ली में से विलायक के शुद्ध विलायक (या कम सान्द्रता वाला विलयन) से विलयन (ज्यादा सान्द्रता वाला विलयन) की तरफ का बहाव परासरण कहलाता है। प्रकृति या मानव द्वारा बनाया गया वह पर्दा या झिल्ली जो घोलने वाले पदार्थ को अपने में से गुजरने दे परन्तु घुलने वाले पदार्थ को नहीं, अर्ध–पारगम्य झिल्ली कहलाती है। वह अतिरिक्त द्रवस्थैनिक दाब (Hydrostatic Pressure) जिसे एक अर्ध–पारगम्य (Osmotic Pressure) झिल्ली में से विलायक के बहाव को विलयन में जाने से रोकने के लिए विलयन पर लगाया जाए, उसे परासरण दाब (Osmotic Pressure) कहते हैं। यदि विलयन की तरफ लगने वाला दबाव परासरण दाब से अधिक हो तो परासरण की प्रक्रिया प्रतीप हो जाती है अर्थात विलायक विलयन की तरफ विलायक की तरफ बहना शुरू कर देता है। इसे प्रतीप परासरण (Reverse Osmosis) कहते है।

विलायक का अर्ध–पारगम्य झिल्ली से विलयन की तरफ से शुद्ध विलायक की तरफ का बहाव, जब द्रव स्थैतिक दाब परासरण दाब से ज्यादा हो, प्रतीप परासरण कहलाता है। इस प्रक्रिया में शुद्ध पानी में से अशुद्धियों को निकालने की बजाए, शुद्ध पानी को अशुद्धियों से निकाला जाता है।

इस विधि में, समुद्री पानी (अशुद्ध पानी) पर 15-40 kg/cm^2 का दबाव डाला जाता है। यह बल शुद्ध पानी को अर्ध–पारगम्य झिल्ली से बाहर निकाल देता है और घुलनशील अशुद्धियों। (दोनो आयनिक व अनायनिक) को पीछे छोड़ देता है। इस विधि में प्रयोग में लाई जाने वाली अर्ध–पारगम्य (Semi-permeable) झिल्ली को एक सैलूलोज ऐसीटेट की पतली परत या एक पॉलीमैथैक्रिलेट की झिल्ली या एक पॉलीऐमाइड झिल्ली से बनाया जाता है। इस परत या झिल्ली को छिद्रित नलियों के ऊपर सहारा दिया जाता है।

इस विधि को प्रायः R.O. पर आधारित घरेलू जल शुद्धिकरण यन्त्रों में प्रयोग किया जाता है। इन घरेलू जल शुद्धिकरण यन्त्रों में पानी को पहले छाना किया जाता है, फिर सक्रिय चारकोल के ऊपर से गुजारा जाता है जिससे रंग और हानिकारक घुली गैसें जैसे Cl_2, H_2S आदि को हटाया जा सके। अब इस पानी को R.O. की प्रक्रिया द्वारा जल में उपस्थित सूक्ष्म जीवों और घुलनशील अशुद्धियों से अलग किया जा सकता है।

इस प्रक्रिया की मुख्य हानि यह है कि यह प्राकृतिक पानी में घुले हुए लाभकारी लवणों को ही अलग कर देता है।

2. पराबैंगनी विकिरण पर आधारित जल शुद्धिकरण – इन शुद्धिकरण यन्त्रों में पहले पानी को फिल्टरित किया जाता है और

फिर इसको सक्रिय चारकोल के ऊपर से गुजारा जाता है, जैसा कि R.O. पर आधारित शुद्धिकरण यन्त्रों में किया जाता है। यहां पर पानी में मौजूद सूक्ष्म जीवों को मारने के के लिए पराबैंगनी किरणों का प्रयोग किया जाता है। यह विधि तब ही प्रयोग में लाई जाती है कि जब नल का पानी हानिकारक घुलनशील अशुद्धियों जैसे भारी धातुओं के आयनों आदि से मुक्त हो।

परियोजना –3 क्षेत्रीय भिन्नताओं के कारण पीने योग्य पानी में मौजूद लोहा, फ्लोराइड, क्लोराइड व कठोरता का पता करना और इन आयनों की मौजूदगी के बारे में अध्ययन करना।

सिद्धान्त – हम जो जल प्रकृति में प्राप्त करते हैं वह या तो तलीय जल या भूमिगत जल होता है।

(क) तलीय जल : तलीय जल के प्रमुख प्रकार हैः

(i) वर्षा का पानी (ii) नदियों का पानी (iii) झीलों का पानी (iv) समुद्री पानी।

(i) वर्षा जल – प्राकृतिक पानी का यह शुद्धतम रूप है। ऐसा इसलिए है, क्योंकि पृथ्वी तल से वाष्पीकरण और फिर संघनन के फलस्वरूप यह जल प्राप्त होता है। हालांकि आकाश से नीचे गिरने के दौरान यह जल कई गैसों (CO_2, SO_2 और नाइट्रोजन के ऑक्साइड) की कुछ मात्रा और हवा में तैरते ठोस पदार्थ के कणों (दोनों अजैविक व जैविक) को घोल लेता है।

(ii) नदियों का पानी – नदियों में जल वर्षा द्वारा पहुंचता है और बर्फ के पिघलने व झरनों का पानी से भी इसमें पहुंचता है। इन स्त्रोतों से बहने वाला पानी धरातल के ऊपर से गुजरता है और क्लोराइड, सल्फेट, सोडियम, पोटैशियम, कैल्सियम, मैग्नीशियम इत्यादि के बाइकार्बोनेटस और धरातल के ऊपर मिलने वाले खनिजों को घोल देता है। नदियों के पानी में कुछ जैविक पदार्थों के साथ बारीक रेत और चट्टानों के कण भी होते हैं।

(iii) झीलों का पानी – इसमें प्रायः कुंओं के पानी की अपेक्षा कम मात्रा में खनिज पदार्थ घुले होते हैं। हालांकि, कुछ झीलों के पानी में विभिन्न प्रकार के लवण भी बड़ी मात्रा में घुले हो सकते हैं।

(iv) समुद्री पानी – प्राकृतिक पानी का यह सबसे अशुद्धतम रूप है। इसमें लगभग 33% लवण घुले हुए होते हैं जिसमें से 26% सोडियम क्लोराइड होता है। अन्य मौजूद लवणों में सोडियम के सल्फेट, मैग्नीशियम और कैल्सियम के बाईकार्बोनेट, सल्फेट व क्लोराइड और पोटैशियम और मैग्नीशियम के ब्रोमाइड भी है।

(ख) भूमिगत जल – भूमिगत जल के मुख्य स्त्रोत झरने और कुएं है। वर्षा के जल का कुछ भाग जो धरातल पर पहुंचता है धरती में रिसता है। जैसे–जैसे पानी नीचे जाता है वह मिट्टी में मौजूद कई खनिजों के सम्पर्क में आता है और इनमें से कुछ को घोल लेता है।

झरनों और कुंओं का पानी, सामान्यतः दिखने में साफ होता है। ऐसा मिट्टी और रेत की छानने प्रक्रिया के द्वारा होता है। फिर भी भूमिगत जल में कुछ हालातों में, लवण भी घुले हो सकते हैं। भूमिगत जल प्रायः ज्यादा जैविक शुद्धता वाले होते हैं।

पीने योग्य पानी में लोहा, क्लोराइड आदि के मौजूद होने के कारण –

जब पानी मिट्टी के ऊपर से बहता है या मिट्टी में रिसता है तो वह निम्नलिखित भौतिक व रासायानिक परिवर्तनों के कारण दूषित हो जाता है।

(i) घुलनशील लवणों का जल में घुलना – सोडियम क्लोराइड (NaCl) , मैग्नीशियम क्लोराइड ($MgCl_2$), कैल्सियम व मैग्नीशियम के सल्फेट ($CaSO_4, 2H_2O$ या जिप्सम, $MgSO_4.2H_2O$) जैसे चट्टानों के घुलने योग्य यौगिक जल में शीघ्रता से घुल जाते है।

(ii) जल से संयोग द्वारा – कुछ खनिज जैसे एन्हाइड्राइट ($CaSO_4$), ओलिवाइन (Mg_2SiO_4) इत्यादि पानी से तुरन्त क्रिया कर बढ़े हुए आयतन वाले उत्पाद बनाते है। इससे चट्टानों में पाए जाने वाले ऐसे खनिज टूटने लगते है और कुछ हालातों में घुलने लगते है।

$$\underset{\text{एन्हाइड्राइड}}{CaSO_4} + 2H_2O \rightarrow \underset{\text{जिप्सम}}{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$$

$$\underset{\text{ओलिवाइन}}{Mg_2SiO_4} + xH_2O \rightarrow \underset{\text{सर्पेन्टाइन}}{Mg_2SiO_4 \cdot xH_2O}$$

(iii) पानी में घुली हुई CO_2 की क्रिया द्वारा – पानी में घुली हुई कार्बन डाइऑक्साइड, कैल्सियम व मैग्नीशियम के अघुलनशील कार्बोनेटों को घुलनशील बाइकार्बोनेटों में बदल देती हैं।

$$\underset{\text{अघुलनशील}}{CaCO_3(s)} + CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow \underset{\text{घुलनशील}}{Ca(HCO_3)_2(aq)}$$

$MgCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow Mg(HCO_3)_2\ (aq)$

अघुलनशील घुलनशील

(iv) घुली हुई ऑक्सीजन की क्रिया द्वारा – घुली हुई ऑक्सीजन खनिजों का ऑक्सीकरण और पानी से संयोग करवाती है जिससे ये पानी में घुलने योग्य बन जाते है।

$$2Fe_3O_4 + 1/2\ O_2 \xrightarrow{\text{ऑक्सीकरण}} 3Fe_2O_3 \xrightarrow[\text{जलयोजन}]{2H_2O} 3FeO_3 . 2H_2O$$

मैग्नेटाइड हेमेटाइड लिमोनाइट

$$2FeS_2 + 2H_2O + 7O_2 \xrightarrow[\text{जलयोजन}]{\text{ऑक्सीकरण}} Fe_2(SO_4)_3.2H_2O + SO_2$$

घुले लवण, बारीक मिट्टी व सिलिका अन्त में पानी में आ जाते हैं।

पानी की कठोरता – पानी की कठोरता पानी का वह गुण है जिससे यह पानी को साबुन से झाग बनाने से रोकता है। ऐसा पानी में मौजूद कैल्सियम, मैग्नीशियम के घुलनशील लवण या अन्य भारी धातु के लवणों के कारण होता है। कठोर–पानी का नमूना साबुन (फैटी ऐसिड के सोडियम व पोटैशियम लवण) से जल्दी झाग नहीं बनाता। यह प्रायः पानी में मौजूद कैल्सियम व मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेटों, सल्फेटों व क्लोराइडों के कारण होता है। कठोर पानी में मौजूद लवण व साबुन की क्रिया निम्नलिखित है –

$$2C_{17}H_{35}COONa + CaCl_2 \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2NaCl$$

सोडियम स्टीरेट (साबुन) (घुलनशील)   कठोर पानी से   कैल्सियम स्टीरेट (अघुलनशील)

$$2C_{17}H_{35}COONa + MgSO_4 \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Mg + 2Na_2SO_4$$

सोडियम स्टीरेट (साबुन) (घुलनशील)   कठोर पानी से   मैग्नीशियम स्टीरेट (अघुलनशील)

इस प्रकार, वह पानी जो साबुन से झाग आसानी से नहीं बनाते, को कठोर पानी कहते हैं। दूसरी तरफ, वह पानी जो आसानी से साबुन के साथ झाग बना लेते हैं, को मृदु जल कहते हैं।

पानी की कठोरता दो प्रकार की होती है –

(i) अस्थाई कठोरता।

(ii) स्थायी कठोरता।

(i) अस्थाई कठोरता – यह पानी मे मौजूद कैल्सियम व मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेटों के कारण होती है और इसे सामान्यतः उबालने से ही दूर किया जा सकता है। इसलिए इसे अस्थाई कठोरता कहते हैं। कठोर पानी में उपस्थित कैलिसयम व मैग्नीशियम बाइकार्बोनेटों को गर्म करने पर ये विघटित होकर संगत कार्बोनेटों में बदल जाते हैं जो कि अघुलनशील है और ऐसे ही बर्तन में नीचे बैठ जाते हैं या पपड़ी के रूप में जमा हो जाते हैं।

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

कैल्सियम बाइकार्बोनेट (कठोर पानी से)

$$Mg(HCO_3)_2 \rightarrow MgCO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$$

मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट (कठोर पानी से)

(ii) स्थायी कठोरता – यह सामान्यतः कैल्सियम, मैग्नीशियम के सल्फेटों और क्लोराइडों या किसी अन्य धातु जैसे लोहा, ऐलुमिनियम, तांबा, जिंक आदि की उपस्थिति के कारण होता है। प्राकृतिक पानी की स्थायी कठोरता प्रायः कैल्सियम, मैग्नीशियम के सल्फेटों व क्लोराइडों के कारण होती है।

$CaSO_4$	$CaCl_2$	$MgSO_4$	$MgCl_2$
कैल्सियम सल्फेट	कैल्सियम क्लोराइड	मैग्नीशियम सल्फेट	मैग्नीशियम क्लोराइड

विधि –

1. पानी की कठोरता की जांच करनी – साबुन के घोल से पानी की कठोरता आसानी से जांची जा सकती है। जांच के लिए साबुन का घोल प्राप्त करने के लिए 80 mL ऐल्कोहॉल व 20 mL पानी में 1 g. शुद्ध सूखा हुआ कैस्टील (Castile)

साबुन घोलो। दो समान रूप वाली 20 mL की परखनलियां लो। एक परखनली में जांचने के लिए 10 mL पानी लो। दूसरी परखनली में 10 mL आसवित (Distilled) जल या वर्षा जल या विआयनित (Deionised) जल) लो। प्रत्येक परखनली में दो–दो बूंदे साबुन के घोल की डालो। दो मिनट के लिए प्रत्येक परखनली को हिलाओ और बने हुए झाग का अध्ययन करो। यदि प्रयोग के दौरान बना हुआ झाग, आसवित (Distilled) जल में झाग के लगभग बराबर हो तो प्रयोग वाला पानी मृदु (Soft) जल है और यदि दूसरी तरफ,बना हुआ झाग कम है तो वह कठोर (Hard) जल है।

2. लोहे की जांच – दिए हुए नमूने में से लगभग 5 mL जल एक परखनली में लो। सान्द्रित HNO_3 की एक बूंद डालो, उबालो और ठंडा करो। पोटैशियम सल्फोसाइनाइड के घोल को दो–तीन बूंदे डालो। रक्त जैसा लाल रंग यह दर्शाता है कि पानी में लोहा मौजूद है।

3. क्लोराइड आयन की जांच – दिए हुए नमूने में से लगभग 5 mL पानी एक परखनली में लो। सान्द्रित HNO_3 की 1–2 बूंदे इसमें डालो। उबालो व ठंडा करो। $AgNO_3$ घोल की 2–3 बूंदे डालो। NH_4OH में घुलशील सफेद पपड़ीयाँ यह दर्शाती है कि पानी में क्लेराइड आयन है।

4. फ्लुओराइड आयन की जांच – परखनली में लगभग 1 mL पानी का नमूना लो। जिर्कोनियम एलिजरिन के मिश्रण की 1–2 बूंदें डालो। यदि डाला गया मिश्रण रंगहीन हो जाता है तो यह पानी में क्लोराइड आयन का होना दर्शाता है।

पीने के पानी में आयरन(लोहा), क्लोराइड, फ्लुओराइड आदि की अधिकतम सीमा –

यूनाइटेड स्टेट्स पब्लिक हैल्थ ड्रीकिंग वाटर स्टैंटडर्स (USPHS) और इंडियन स्टैंडर्ड इंस्टीटयूस (ISI) के अनुसार पीने योग्य पानी में लोहा, क्लोराइड और फ्लुओराइड आयन की अधिकतम सीमा निम्नलिखित है –

मापदंड	USPHS	ISI
लोहा (फिल्टर होने योग्य)	<0.3 ppm	....
क्लोराइड आयन	< 50	600
फ्लुओराइड आयन	1.5	3.0

परियोजना –4 साबुन के विभिन्न नमूनों की झाग बनाने की क्षमता की तुलना करना।

उपकरण – 100 mL वाले 5 शंक्वाकार फ्लास्क, पांच परीक्षण नली, स्टैण्ड, विराम घड़ी (Stop Watch)

सामग्री – (a) साबुन के पांच विभिन्न नमूने (b) आसुत जल।

सिद्धान्त – साबुन के विभिन्न नमूनों का विलयन उनकी समान मात्राओं को आसुत जल की समान मात्रा में घोलकर बनाया जाता है। विलयन को तेजी से हिलाकर स्थिर होने दिया जाता है। प्रत्येक नमूने की झाग को गायब होने में लगने वाला समय को नोट किया जाता है। किसी झाग के गायब होने में जितना अधिक समय लगता है, उस साबुन के नमूने की झाग बनाने की क्षमता उतनी ही अधिक होती है।

विधि :– (i) 100 mL के पांच स्वच्छ शुष्क शंक्वाकार फ्लास्क लीजिए। उन पर 1 से 5 तक निशान लगाइए।

(ii) साबुन के विभिन्न नमूनों का 10 ग्राम वजन कीजिए।

(iii) प्रत्येक शंक्वाकार फ्लास्क में इन वजन किये गये नमूनों को स्थानान्तरित कीजिए। प्रत्येक फ्लास्क में 50 mL आसुत जल मिलाइए। घोलने एवं स्वच्छ विलयन प्राप्त करने के लिए गर्म कीजिए।

(iv) पांच परीक्षण नलियों को स्टैण्ड पर व्यवस्थित करके 1,2, 3, 4 एवं 5 का निशान लगाइए।

(v) प्रत्येक फ्लास्क से साबुन के विलयन का 1 mL लेकर संगत परीक्षण नली में डालिए।

(vi) तब प्रत्येक परीक्षण नली में 5 mL आसुत जल मिलाइए।

(vii) परीक्षण नली संख्या में कार्क लगाइए और इसे 1 मिनट तक तेज हिलाइए। नली को स्टैण्ड पर रखिए और तत्काल विराम घड़ी को चालू कीजिए। झाग के गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए।

(viii) यही प्रक्रिया नली संख्या 2,3, 4 एवं 5 के लिए दोहराइए। प्रत्येक परीक्षण नली को समान बल से एक मिनट तक हिलाइए और झाग को गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए। (ix) प्रेक्षणों को दर्ज कीजिए।

प्रेक्षण :– लिये गये साबुन के प्रत्येक नमूने का भार = 10ग्राम

प्रत्येक नमूने का विलयन बनाने के लिए ली गयी आसुत जल की मात्रा = 50 mL

नली संख्या	साबुन का व्यापारिक नाम	झाग गायब होने में लगा समय
1.	....	.................................सेकेण्ड
2.	....	.................................सेकेण्ड
3.	....	.................................सेकेण्ड
4.	....	.................................सेकेण्ड
5.	....	.................................सेकेण्ड

परिणाम – ....साबुन सर्वोत्तम गुणवत्ता का है। क्योंकि यह अधिकतम झाग देता है।

निष्कर्ष – प्रेक्षण से यह पाया गया है कि उस साबुन की झाग बनाने की क्षमता अधिकतम है जिसके झाग के गायब होने में लिया गया समय अधिकतम है।

सावधानियाँ – (i) तौलना एवं आयतन का मापन सही होना चाहिए।

(ii) प्रत्येक नमूने के लिए समान आसुत जल का प्रयोग करना चाहिए क्योंकि झाग बनाने की क्षमता लिये गये जल पर भी निर्भर करती है।

(iii) प्रत्येक परीक्षण नली को समान तरह से समान बार हिलाइए।

(iv) झाग गायब होने में लगे समय का यथार्थता के साथ मापन कीजिए।

परियोजना –5 जल की साबुन के साथ झाग बनाने की क्षमता पर जल में सोडियम कार्बोनेट मिलाने पर पड़े प्रभाव का अध्ययन करना।

उपकरण – तीन नलियां, शंक्वाकार फ्लास्क, स्टैण्ड, विराम घड़ी।

सामग्री – (a) साबुन का विलयन (b) नल का जल (c) आसुत जल (d) M/10 Na_2CO_3 विलयन।

सिद्धान्त – आसुत जल में कोई Ca^{2+} या Mg^{2+} आयन नहीं होता है और यह साबुन के साथ आसानी से झाग बनाता है। नल के जल में Ca^{2+} या Mg^{2+} होता है जो साबुन की झाग बनाने की क्षमता में हस्तक्षेप करता है। ये आयन साबुन से अन्तर्क्रिया करके उच्चवसीय अम्लों के अविलेय कैल्सियम या मैग्नीशियम लवण बनाते हैं जो कि अवक्षेपित हो जाते हैं।

$$2C_{17}H_{35}COONa + Ca^{2+} \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2Na^+$$

सोडियम स्टिएरेट (साबुन)   नल के जल से   (अवक्षेप)   (जल में)

अतः इस प्रकार के आयनों की उपस्थिति में साबुन की झाग बनाने की क्षमता घटती है।

यदि नल के जल में सोडियम कार्बोनेट मिलाया जाता है तो कैल्सियम और मैग्नीशियम के आयन अपने संगत कार्बोनेट के रूप में अवक्षेपित हो जाते है।

$$Ca^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow + 2Na^+$$

(नल के जल से)   (अवक्षेप)   (जल में)

$$Mg^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3\downarrow + 2Na^+$$

(नल के जल से)   (अवक्षेप)   (जल में)

अतः सोडियम कार्बोनेट की उपस्थिति में नल के जल की झाग बनाने की क्षमता बढ़ जाती है।

विधि :– (i) तीन स्वच्छ परीक्षण नलियां लीजिए एवं उन पर 1, 2 या 3 निशान लगाइए।

(ii) साबुन के दिये गये नमूने के 0.5 g को तोलिए और इसे 100 mL के शंक्वाकार फ्लास्क में लीजिए। इसमें 50 mL आसुत जल मिलाइए और स्पष्ट विलयन प्राप्त करने के लिए गर्म कीजिए। विलयन को ठंडा कीजिए।

(iii) तीनों नलियों में से प्रत्येक में 1 mL साबुन का विलयन डालिए।

(iv) परीक्षण नली 1 में 10 mL आसुत जल, परीक्षण नली 2 में 10 मि.ली. नल का जल एवं परीक्षण नली 3 में 5 mL नल का जल और 5 mL M/10 Na_2CO_3 विलयन मिलाइए।

(v) नली संख्या 1 में कार्क लगाइए एवं पांच बार तेजी से हिलाइए। इसे स्टैण्ड पर रख दीजिए।

(vi) विराम घड़ी (स्टॉप वाच) को तत्काल चलाकर उत्पन्न झाग को गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए।

(vii) इसी प्रकार से अन्य दोनों नलियों को भी समान बल से पांच बार हिलाइए और प्रत्येक दशा में झाग को गायब होने में लगे समय को नोट कीजिए।

(viii) प्रेक्षणों को लिखिए।

प्रेक्षण – लिये गये साबुन का भार = 0.5 g

लिये गये आसुत जल का आयतन = 50 mL

परीक्षण नली संख्या	प्रयुक्त जल	साबुन के विलयन का आयतन	झाग के गायब लगा समय
1.	10 mLआसुत जल	1. mL	.....................सेकंड
2.	10 mL नल का पानी	1. mL	.....................सेकंड
3.	5 mL नल का पानी + 5 mL M/10 Na_2CO_3 का विलयन	1. mL	.....................सेकंड

परिणाम – जल के विभिन्न नमूनों की झाग बनाने की क्षमता.............के क्रम में है।

निष्कर्ष – परिणाम से यह स्पष्ट है कि साबुन की झाग बनाने की अधिकतम क्षमता आसुत जल में है। सोडियम कार्बोनेट मिलाने पर नल के जल की झाग बनाने की क्षमता बढ़ जाती है।

सावधानियाँ – (i) आयतन एवं समय का मापन यथार्थतः कीजिए।

(ii) प्रत्येक परीक्षण नली को समान तरह के अर्थात् समान बल और समान बार हिलाएं।

परियोजना –6 चाय की पत्ती के विभिन्न नमूनों की अम्लता का अध्ययन करना एवं इसे उसके स्वाद से सहसम्बन्धित करना।

उपकरण – चीनी मिट्टी के प्याले या बीकर, काँच की छड़।

सामग्री – चाय की पत्ती के विभिन्न नमूने, सार्वत्रिक सूचक या pH पत्र, जल।

विधि :–(i) चाय के प्रत्येक नमूने के 2.5 ग्राम को पृथक–पृथक चीनी मिट्टी के प्याले या बीकर में लीजीए। प्रत्येक कप में उबलते हुए जल की लगभग समान मात्रा (लगभग 150 mL) डालिए और डक्कन से ढँक दीजिए। इसे पांच मिनट पड़ा रहने दीजिए।

(ii) प्रत्येक प्याले से एक–एक घूंट मुंह में लेकर इसका स्वाद लीजिए और स्वाद लेकर थूक दीजिए।

(iii) अब कांच की छड़ की सहायता से एक कप में द्रव की एक बूंद को सूचक पत्र के टुकड़े पर रखिए। उत्पन्न रंग को देखिए और कलर चार्ट के संगत रंग से इसकी तुलना कीजिए। सूचक पत्र के रंग से मिलने वाले रंग का चार्ट से pH मान देख कर नोट कीजिए। (iv) इसी प्रकार से अन्य प्यालों के द्रवों का pH मान भी ज्ञात कीजिए।

प्रेक्षण –

नमूना संख्या	शुष्क पत्ती का रंग	द्रव का रंग	गंध	स्वाद	द्रव का pH
1					
2					
3					

निष्कर्ष – विभिन्न स्वाद की पत्तियों की अम्लता अर्थात उपस्थित टेनिन की मात्रा भिन्न–भिन्न है।

सावधानियाँ – 1. प्रत्येक प्याले में समान उबलते जल की समान मात्रा मिलाइए। 2. प्रत्येक नमूने की चाय को समान समय तक बनने दीजिए। 3. अन्य द्रव के लिए प्रयोग करने से पहले कांच की छड़ को अच्छी तरह से साफ कीजिए। 4. द्रव का pH सावधानीपूर्वक नोट कीजिए। 5. प्रयुक्त चाय की पत्ती को सिंक (sink) में न डालकर कूड़ादान में डालिए।

परियोजना –7 मेथिल एल्कोहॉल, ऐथिल ऐसीटेट, ऐसीटोन और जल के वाष्पन दरों की तुलना करना।

सिद्धान्त – यदि चार द्रवों की समान मात्रा समान आकार एवं आकृति के पात्र में लेकर समान ताप पर समान समय के लिए रखा जाय तो उनके आयतन में कमी को उनके वाष्पन दर से सहसम्बन्धित किया जा सकता है। द्रव के आयतन में जितनी ही कमी होती है, उस द्रव के वाष्पन की दर उतनी ही अधिक होती है।

उपकरण – समान आकार के चार पेट्रीडिस, 10 mL का मापक सिलिंडर, विराम घड़ी।

रसायन – जल, मेथिल एल्कोहॉल, ऐथिल ऐसीटेट एवं ऐसीटोन।

विधि :– (i)समान आकार की चार पेट्रीडिस लेकर उनको 1 से 4 तक नामांकित कीजिए।

(ii) मापक सिलिंडर की सहायता से सावधानीपूर्वक 1, 2, 3 एवं 4 अंकित पेट्रीडिशों में क्रमशः एसीटोन, मेथिल एल्कोहॉल, जल एवं एथिल एसीटेट की 10 mL मात्रा डालिए।

(iii) सभी पेट्रीडिशों को धूम्रशीर्ष पर रखिए और विराम घड़ी या सामान्य घड़ी से लगे हुए समय को नोट कीजिए।

(iv) पन्द्रह मिनट बाद प्रत्येक पेट्रीडिश का आयतन मापक सिलिंडर की सहायता से मापिए एवं नोट कीजिए।

(v) प्रत्येक दशा में वाष्पन दर की गणना कीजिए। तुलना कीजिए और द्रव के क्वथनांक से इसको सहसंबंधित कीजिए।

प्रेक्षण – कमरे का ताप = ...^oC जितने समय, के लिए द्रव को रखा गया = 60 मिनट

द्रव	क्वथनांक °C	द्रव का प्रारम्भिक आयतन ml	60 मिनट का पश्चात् द्रव का बचा आयतन ml	आयतन में कमी (x) ml	वाष्पन की दर x/60 ml प्रति मिनट
जल	100	10	....	....	....
मेथिल एल्कोहॉल	64.5	10	....	....	....
ऐसीटोन	56.2	10	....	....	....
इथाइल ऐसीटेट	77.0	10	....	....	....

निष्कर्ष – क्वथनांक में कमी के साथ वाष्पन दर बढ़ती जाती है। अन्तराणविक बल जितना प्रबल होता है, क्वथनांक उतना ही उच्च होता है और वाष्पन की दर उतनी ही निम्न होती है।

सावधानियाँ – (i) बेन्जीन, टॉलूईन आदि जैसे ऐरोमैटिक हाइड्रोकार्बनों का प्रयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि ये कैंसर का कारक होते है।

(ii) . सभी आयतनों के मापन के लिए एक ही मापक सिलिंडर का प्रयोग करना चाहिए।

(iii) अन्य द्रव के मापन के पूर्व मापक सिलिंडर को साफ करके पोंछ देना चाहिए।

(iv) द्रव डालते समय छलकना नहीं चाहिए।

(v) विभिन्न द्रवों के आयतन मापन हेतू पिपेट का प्रयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि लिया गया द्रव एवं उनकी वाष्प विषैली हो सकती है।

परियोजना –8

सूती, रेशमी एवं नाइलॉन का धागों की सुतन्यता की तुलना करना।

उपकरण – हुक, भार लटकाने वाला हैंगर, भार आदि

सामग्री – सूती, रेशमी एवं नाइलॉन का धागा।

विधि :–(i) लगभग समान व्यास के सूती, रेशमी एवं नाइलॉन के धागों के दिये गये नमूनों से समान लम्बाई का टुकड़ा काटिए।

(ii) ऊर्ध्वाधर तल में स्थिर हुक से सूती धागे का एक सिरा बांधिए।

(iii) सूती धागे का दूसरा सिरा भार लटकाने वाले हैंगर से बांधिए।

(iv) अब हैंगर पर भार बढ़ाते जाइए और तनाव को देखिए।

(v) थोड़ी–थोड़ी मात्रा में तब तक भार बढ़ाते जाइए तब तक कि विभंजन बिन्दु न आ जाए।

(vi) सूती धागे को तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार को नोट कीजिए।

(vii) पृथक–पृथक रूप से रेशमी एवं नाइलॉन का धागा लेकर उपर्युक्त प्रयोग को दोहराइए।

(viii) अपने प्रेक्षणों के निम्नवत नोट कीजिए :

प्रेक्षण :–

क्रम संख्या	धागा	धागे को तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)
1.	सूती	
2.	रेशमी	
3.	नाइलॉन	

परिणाम – धागा तोड़ने के लिए आवश्यक भारों का बढ़ता हुआ क्रम ....है।

निष्कर्ष – परिणाम से हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि धागों को तोड़ने के लिए आवश्यक भार उनकी तन्यता के क्रम में होगा।

सावधानियाँ –

(i) लगभग समान मोटाई के ही विभिन्न धागों का प्रयोग कीजिए।

(ii) विभंजक बिंदु के नजदीक भारों को बहुत धीरे से रखिए।

प्रोजेक्ट –9

ऊनी और सूती धागों की सुतन्यता पर अम्लों एवं क्षारकों के प्रभाव का अध्ययन करना।

उपकरण – हुक, भार लटकाने हेतु का हैंगर, भार।

सामग्री – (a) ऊनी धागें के समान मोटाई एवं लम्बाई के तीन टुकड़े।

(b) समान मोटाई एवं लम्बाई के सूती धागों के तीन टुकड़े।

(c) सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन।

(d) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन।

विधि :– (i) दिये गये नमूने से ऊनी धागों के तीन समान लम्बाई के टुकड़े काटिए। इन तीनों टुकड़ों को लगभग समान मोटाई का होना चाहिए।

(ii) परियोजना 8 में वर्णित विधि से किसी एक धागे की सुतन्यता का निर्धारण कीजिए।

(iii) ऊनी धागे के दूसरे टुकड़े को लगभग पांच मिनट के लिए सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में भिगोइए।

(iv) इसे सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन से निकालिए और जल से अच्छी तरह से साफ करके इसे धूप में या ओवन (Oven) में सुखाइए।

(v) परियोजना 8 की विधि से इसकी सुतन्यता का निर्धारण कीजिए।

(vi) अब तीसरे ऊनी धागे के टुकड़े को तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में लगभग पांच मिनट के लिए भिगोइए। इसे अम्लीय विलयन से निकालिए और जल से पूर्णतया साफ कीजिए और धूप में ओवन में सुखाइए। परियोजना 8 की विधि से इसकी भी सुतन्यता का निर्धारण कीजिए।

(vii) समान लम्बाई एवं समान मोटाई के तीन सूती धागों को लेकर उपर्युक्त प्रयोग को दोहराइए।

(viii) अपने प्रेक्षणों के निम्नवत लिखिए –

प्रेक्षण :–

क्रम संख्या	धागा	अनुपचारित धागे तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)	$NaOH$ में भिगोने के बाद धागे को तोड़ने के लिए आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)	HCl में भिगोने के बाद धागे को तोड़ने के आवश्यक न्यूनतम भार (ग्राम)
1.	ऊनी	....	....	....
2.	सूती	....	....	....

निष्कर्ष – उपर्युक्त प्रेक्षण से यह प्राप्त होता है कि ऊन की तन्यता तनु क्षारक के विलयन में कम हो जाती है जबकि सूती धागे की तन्यता तनु अम्लीय विलयन में कम हो जाती है।

सावधानियाँ – (i) परियोजना 8 के समान।

प्रोजेक्ट –10 फलीय एवं वानस्पतिक रसों का, उनमें उपस्थित अम्लों के लिए, विश्लेषण करना।

उद्देश्य – संतुलित आहार की योजना बनाने के लिए विभिन्न फलों एवं वनस्पतियों के विभिन्न संघटनों का ज्ञान आवश्यक है। अतः इस परियोजना में हम विभिन्न फलों एवं वनस्पतियों में उपस्थित अम्लों एवं खनिज घटकों के विश्लेषण पर ध्यान केन्द्रित करते है।

आवश्यक सामग्री – (a) उपकरण – परखनली, शंक्वाकार फ्लास्क, ब्यूरेट, पिपेट, ऊष्मक आदि।

(b) रसायन – फलों एवं वनस्पतियों का जूस (नींबू का रस, सन्तरे का जूस, सेब का जूस, गन्ने का रस, आम रस, आलू का जूस, टमाटर का रस, गाजर का रस, मूली का रस आदि।), M/100 NaOH विलयन एवं फीनॉलफ्थेलिन विलयन।

विधि :– (i) नींबू के रस को छानिए और इसके 5 mL शंक्वाकार फ्लास्क में लीजिए।

(ii) इसे 20 mL आसुत जल से तनु कीजिए और अनुमापन में प्रयुक्त M/100 NaOH के आयतन से गणना करके उपस्थित अम्लों की संगत मात्राएं ज्ञात कीजिए –

क्रम संख्या	जूस का नाम	प्रत्येक अनुमापन के लिए गये जूस का आयतन mL में	प्रयुक्त M/100 NaOH का आयतन mL में
1.	नींबू का रस	5	V_1
2.	संतरा का जूस	5	V_2
3.	सेब का रस	5	V_3
4.	अन्नास का जूस	5	V_4
5.	गन्ने का रस	5	V_5
6.	आम का रस	5	V_6
7.	आलू का जूस	5	V_7
8.	टमाटर का रस	5	V_8
9.	गाजर का जूस	5	V_9
10.	मूली का रस	5	V_{10}

निष्कर्ष – विभिन्न फलों में अम्लों की संगत मात्राओं की गणना।