
प्रयोग 6 जल की कठोरता का निर्धारण

इकाई की रूपरेखा

- 6.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
- 6.2 प्रयोग: ईडीटीए विधि द्वारा जल की कठोरता का आकलन
सिद्धांत
वांछित सामग्री
प्रक्रिया
पर्यवेक्षण
गणना
परिणाम
- 6.3 सावधानियां

6.1 प्रस्तावना

जल की कठोरता मुख्यतः जल में उपस्थित कैल्सियम और मैग्नीशियम लवणों के कारण होती है। इसे पीपीएम (मि.ग्रा./लीटर) में व्यक्त किया जाता है। विभिन्न उद्देश्यों के लिए जल की कठोरता के मानों का विशिष्टीकरण किया गया है।

जल की कठोरता के निर्धारण की सर्वाधिक सामान्य विधि इथेलीनडाइएमीन टेट्रा-एसिटिक एसिड (ईडीटीए) टाइट्रेशन है।

उद्देश्य

इस प्रयोग के अध्ययन एवं निष्पादन के बाद आप निम्न कार्य कर सकेंगे:

- जल की कठोरता का पता लगा सकेंगे।

6.2 प्रयोग: ईडीटीए विधि द्वारा जल की कठोरता का आकलन

6.2.1 सिद्धांत

यह विधि इस सिद्धांत पर आधारित है कि जब कैल्सियम और मैग्नीशियम जैसे कुछ धातु धनायनों से युक्त घोल में ईडीटीए डाला जाता है तो यह उसके साथ जटिल प्रतिक्रिया करता है तथा इन धनायनों को कुछ प्रतिक्रियाओं के लिए अनुपलब्ध कर देता है। ऐसी ही एक प्रतिक्रिया में 10 pH पर धनायनों तथा क्रोम ब्लैक T के साथ प्रतिक्रिया होने पर मदिरा जैसे लाल रंग का निर्माण होता है, अतः जल की कठोरता का पता लगाने के लिए 10±0.1 pH वाले जल में क्रोम ब्लैक T मिलाया जाता है और इसे EDTA घोल से तब तक टाइट्रेट किया जाता है, जब तक मदिरा जैसा लाल रंग लुप्त नहीं हो जाता है और उसके स्थान पर नीला रंग नहीं बन जाता है। यह टाइट्रेशन का अंतिम बिंदु होता है।

6.2.2 वांछित सामग्री

उपकरण

विश्लेषणात्मक तुला

तप्त वायु ओवन

डेसिकेटर

आयतनमापी फ्लास्क, 500 मि.ली. तथा 1000 मि.ली.

कॉनिकल फ्लास्क, 250 मि.ली. तथा 500 मि.ली.

सफेद पोर्सलीन की डिश, 250 मि.ली.

कांच की छड़ें

अभिकर्मक

- i) बोरेट बफर: 20 ग्रा. बोरेक्स ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) को लगभग 400 मि.ली. आसुत जल में घोलें। अब 5 ग्रा. सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा 2.5 ग्रा. सोडियम सल्फाइड (Na_2S) 50 मि.ली. पानी में घोलें, घोल को ठंडा करें तथा इसमें बोरेक्स घोल मिलाएं व आसुत जल के साथ तनु करके कुल मात्रा 500 मि.ली. कर लें।
- ii) संकेतक: एक खरल में 0.5 ग्रा. इरिड्रोम ब्लैक T तथा 100 ग्रा. सोडियम क्लोराइड डालकर मूसली में अच्छी तरह पीस लें और मिला लें।
- iii) मिथाइल रेड संकेतक
- iv) 3N अमोनियम हाइड्रॉक्साइड घोल
- v) मानक कैल्सियम घोल: शुष्क कैल्सियम कार्बोनेट (CaCO_3) को किसी ओवन में 105° से. तापमान पर रातभर रखें तथा डेसिकेटर में ठंडा करें। इसकी 1 ग्रा. मात्रा 100 मि.ली. के कॉनिकल फ्लास्क में डालें। अब इसमें बूंद-बूंद करके तनु (1+1) HCl तब तक डालें जब तक पूरा CaCO_3 घुल न जाए। इसमें 200 मि.ली. आसुत जल मिलाएं तथा कुछ मिनटों तक खौलाएं ताकि कार्बन डाइऑक्साइड बाहर निकल जाए। ठंडा करके इसमें मिथाइल रेड संकेतक की कुछ बूंदें डालें तथा 3N अमोनियम हाइड्रॉक्साइड द्वारा मध्यवर्ती नारंगी रंग प्राप्त करने के लिए समायोजित करें। इस सम्पूर्ण घोल को 1 ली. के आयतन मापी फ्लास्क में हस्तांतरित करें तथा आसुत जल को मिलाकर वांछित आयतन तैयार करें (1 मि.ली. = 1 मि.ग्रा. CaCO_3)।
- vi) मानक ईडीटीए घोल: 4.0 ग्रा. ईडीटीए का डाइसोडियम साल्ट 800 मि.ली. आसुत जल में घोलें। मानक कैल्सियम घोल के विरुद्ध इसे मानकीकृत करें। ईडीटीए घोल का पतलापन इस प्रकार समायोजित करें कि इसकी 1 मि.ली. मात्रा 1 मि.ग्रा. CaCO_3 के बराबर हो जाए। इसे कॉर्निंग ग्लास या कांच की बोतल में भंडारित करें क्योंकि सामान्य कांच से लवण बाहर निकल सकते हैं।

6.2.3 प्रक्रिया

25 मि.ली. जल का नमूना एक पोर्सलीन डिश में लें तथा इसमें 25 मि.ली. आसुत जल मिलाएं और उसके बाद 1-2 मि.ली. बफर डालें। इसमें इरिड्रोम संकेतक की अल्प मात्रा डालें तथा उसे घोलने के लिए कांच की छड़ से हिलाएं। यदि जल कठोर है तो लाल रंग दिखाई देगा। ईडीटीए घोल के साथ धीरे-धीरे टाइट्रेट करें और तब तक लगातार हिलाते रहें जब तक कि लालामी गायब न हो जाए व स्थायी नीला रंग न बन जाए। यदि जल के नमूने की कठोरता अल्प हो तो बफर का समानुपाती आयतन मिलाते हुए अधिक पानी लिया जा सकता है। टाइट्रेशन की अवधि बफर डालने के पश्चात् 5 मिनट से अधिक नहीं होनी चाहिए।

6.2.4 पर्यवेक्षण

टाइट्रेशन हेतु लिए गए जल के नमूने का आयतन = $V = \text{-----}$ मि.ली.

वांछित ईडीटीए घोल (टाइट्र) का आयतन = $V_1 = \text{-----}$ मि.ली.

6.2.5 गणना

चूंकि 1 मि.ली. ईडीटीए घोल 1 मि.ग्रा. CaCO_3 के बराबर होता है, अतः V_1 मि.ली. ईडीटीए घोल = V_1 मि.ग्रा. CaCO_3

चूंकि, V मि.ली. जल के नमूने में V_1 मि.ग्रा. CaCO_3 उपस्थित होता है, अतः जल की कठोरता

$$= \frac{V_1 \times 1000}{V} = \text{पीपीएम } \text{CaCO}_3 \text{ या मि.ग्रा. } \text{CaCO}_3 \text{ प्रति ली.}$$

6.2.6 परिणाम

जल नमूने की कठोरता = पीपीएम CaCO_3 या मि.ग्रा. CaCO_3 प्रति ली.

6.3 सावधानियां

पाठ्यक्रम की 'प्रस्तावना' में वर्णित सामान्य सावधानियों तथा प्रयोगों में इंगित की गई सावधानियों का बहुत ध्यानपूर्वक पालन किया जाना चाहिए।