
प्रयोग 19 मेथिल ऑरेंज - एक ऐज़ो रंजक का संश्लेषण व उपयोग

रूपरेखा

- 19.1 प्रस्तावना
 - उद्देश्य
- 19.2 ऐज़ो रंजक
- 19.3 नियम
- 19.4 आवश्यकताएं
- 19.5 क्रियाविधि
 - रंजक का संश्लेषण
 - वस्त्र का रंगना
 - मेथिल ऑरेंज के सूचक गुण
- 19.6 परिणाम

19.1 प्रस्तावना

पिछले प्रयोग में आपने एक सामान्य पीड़ाहारी दवा ऐस्पिरिन के संश्लेषण तथा विश्लेषण का अध्ययन किया था। इस प्रक्रिया में आपने ऐसीटिलिकरण अभिक्रिया के बारे में सीखा व आपने स्वयं इस अभिक्रिया को करके देखा। प्रस्तुत प्रयोग में हम कार्बनिक यौगिकों के संश्लेषण के अपने अभियान को एक अन्य अति महत्वपूर्ण वर्ग-रंजकों में ले जा रहे हैं।

ऐज़ो रंजकों के नमूने के रूप में आप मेथिल ऑरेंज नामक ऐज़ो रंजक बनाएंगे तथा इसका उपयोग एक कपड़े को रंगने में करेंगे। इस प्रक्रिया में आप एक अन्य महत्वपूर्ण कार्बनिक अभिक्रिया अर्थात्, डाइऐज़ोटीकरण का अध्ययन करेंगे। चूंकि मेथिल ऑरेंज एक अम्ल-क्षारक भी है, इसलिए आप अपने द्वारा बनाए मेथिल ऑरेंज के नमूने में इस गुण की जाँच भी करेंगे। अगले प्रयोग में आप एक विस्तृत अनुप्रयोगों वाले कार्बनिक यौगिकों के वर्ग अर्थात्, बहुलकों का अध्ययन करेंगे।

प्रस्तावित प्रयोग के नियम व क्रियाविधि से पहले, रंजकों विशेषकर ऐज़ो रंजकों का एक संक्षिप्त विवरण अगले भाग में दिया गया है।

उद्देश्य

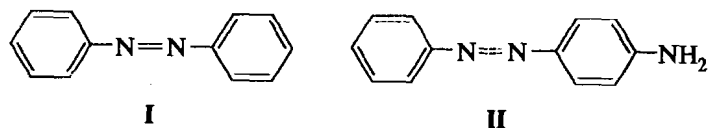
इस प्रयोग को करने के बाद आप :

- एक ऐज़ो रंजक बना सकेंगे,
- इस रंजक का उपयोग एक कपड़े को रंगने में कर सकेंगे,
- प्राथमिक ऐरोमैटिक ऐमीनों की डाइऐज़ोटीकरण अभिक्रिया की व्याख्या कर सकेंगे, तथा
- ऐज़ो रंजकों के संदर्भ में 'संयुग्मन अभिक्रिया' की व्याख्या कर सकेंगे।

19.2 ऐज़ो रंजक

रंजकों को ऐसे रासायनिक पदार्थों के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जो किसी सतह अथवा फाइबर पर लगाने पर उसे एक लगभग पक्का रंग प्रदान कर सकें। ये रंगीन पदार्थों से भिन्न होते हैं, जो स्वयं तो रंगीन होते हैं, परंतु किसी दूसरी वस्तु को अपना रंग प्रदान नहीं कर सकते। उदाहरण के लिए ऐज़ो बेन्जीन (1) एक रंगीन यौगिक है परंतु यह एक रंजक

नहीं है जबकि *p*-ऐमीनो ऐज़ोबेन्ज़ीन (II) रंगीन है तथा रंजक के रूप में भी कार्य कर सकता है।



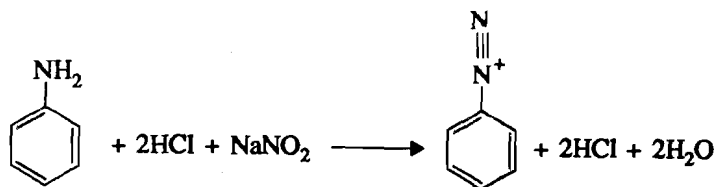
मेथिल ऑरेंज-एक ऐज़ो रंजक का संश्लेषण व उपयोग

रंजकों को उनकी रासायनिक संरचनाओं अथवा उनके उपयोग के तरीके के आधार पर कई वर्गों में वर्गीकृत किया जा सकता है। संभवतः ऐज़ो रंजक रंजकों का सबसे बड़ा वर्ग बनाते हैं। आजकल उपलब्ध ऐज़ो रंजकों की संख्या अन्य सभी वर्गों के रंजकों के कुल योग से भी अधिक है। इस वर्ग का नाम इसके सदस्यों की रासायनिक संरचना में एक अथवा अधिक ऐज़ो (-N=N-) समूहों की उपस्थिति पर आधारित है। इनको बनाने के लिए पहले प्राथमिक ऐरोमैटिक ऐमीनों का डाइऐज़ोटीकरण करके प्राप्त उत्पाद को उपयुक्त संयुग्मीकारक से संयुग्मित किया जाता है। संयुग्मीकारक सामान्यतः फीनॉल अथवा ऐमीन (प्रतिस्थापित अथवा अप्रतिस्थापित) होते हैं। डाइऐज़ोटीकृत तथा संयुग्मी अवयवों में संभव विभिन्नता ही ऐज़ो रंजकों की बड़ी संख्या के लिए उत्तरदायी है। डाइऐज़ोटीकरण तथा संयुग्मन अभिक्रियाओं की विस्तृत जानकारी प्रयोग के नियम के अंतर्गत दी गई है।

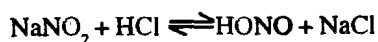
ऐज़ो रंजकों को फाइबर पर कई प्रकार से लगाया जा सकता है। इसके आधार पर ऐज़ो रंजकों के कई उप समूह बन जाते हैं, जैसे- स्वतः (direct) ऐज़ो रंजक (इन्हें सीधे सतह/फाइबर पर लगाया जाता है), परिक्षेप (disperse) ऐज़ो रंजक (अविलेय रंजक को वाहक पदार्थ (carrier substance) की सहायता से परिक्षेपित किया जाता है अथवा अंतर्जनित (ingrain) ऐज़ो रंजक (वि रंजक जिन्हें फाइबर पर ही उत्पन्न किया जाता है) इत्यादि, इत्यादि। जो रंजक आप बनाने जा रहे हैं, अर्थात् मेथिल ऑरेंज, स्वतः ऐज़ो रंजकों के समूह से संबंधित है। आइए, इस प्रयोग द्वारा सीखें कि डाइऐज़ोटीकरण व संयुग्मन अभिक्रियाएं क्या होती हैं तथा हम ऐज़ो रंजकों को किस प्रकार बनाते हैं व उनका उपयोग करते हैं।

19.3 नियम

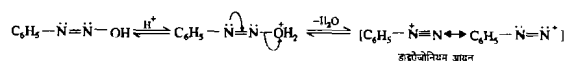
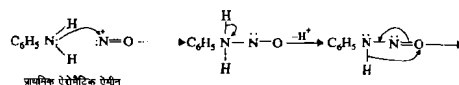
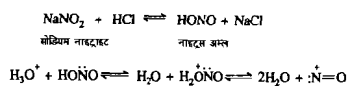
जैसा ऊपर बताया गया है, ऐज़ो रंजक का बनना दो अवस्थाओं में होता है, जो डाइऐज़ोटीकरण तथा युग्मन (coupling) कहलाती हैं। डाइऐज़ोटीकरण पद में प्राथमिक ऐरोमैटिक ऐमीन, नाइट्रस अम्ल (HONO) से अभिक्रिया करके डाइऐज़ोनियम लवण बनाती है। सोडियम तथा खनिज अम्ल (जैसे HCl) की अभिक्रिया से नाइट्रस अम्ल स्वस्थाने (in situ) उत्पन्न होता है।



डाइऐज़ोटीकरण अभिक्रिया की क्रियाविधि निम्न प्रकार से दी जा सकती है:



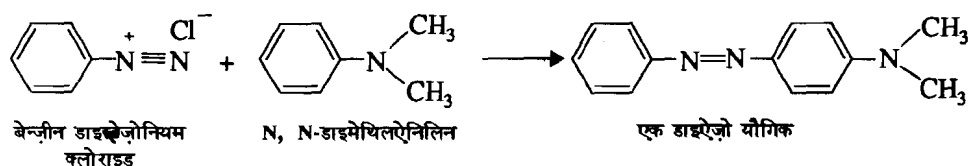
सोडियम नाइट्राइट
नाइट्रस अम्ल



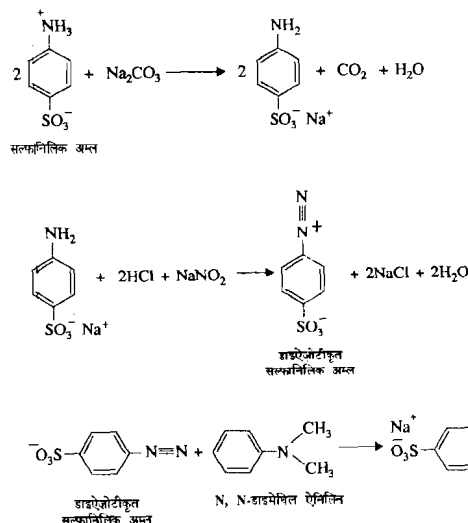
डाइऐज़ोनियम लवण अत्यधिक महत्वपूर्ण मध्यस्थ (intermediates) होते हैं तथा कई कार्बनिक रूपांतरणों (transformations) के लिए एक सरल पथ प्रदान करते हैं। उनके इस गुण को विस्तार से समझने के लिए आप कार्बनिक रसायन की किसी भी पाठ्य पुस्तक को पढ़ सकते हैं।

चूँकि डाइऐज़ोनियम लवण अत्यधिक अस्थायी होते हैं, इसलिए डाइऐज़ोटीकरण अभिक्रिया कम ताप (5°C से नीचे) पर की जाती है। इनके अस्थायित्व के कारण इनको विलयन में से निकाला नहीं जाता है तथा दूसरे (युग्मन) अवयव को सीधे डाइऐज़ोनियम लवण में डाला जाता है।

युग्मन अवस्था में पहले पद में बनाए गए डाइऐज़ोनियम लवण की युग्मनकारी (coupling agent) के अम्लीय (यदि ऐमीन है) अथवा क्षारकीय (यदि फीनॉल है) विलयन के साथ अभिक्रिया कराई जाती है।

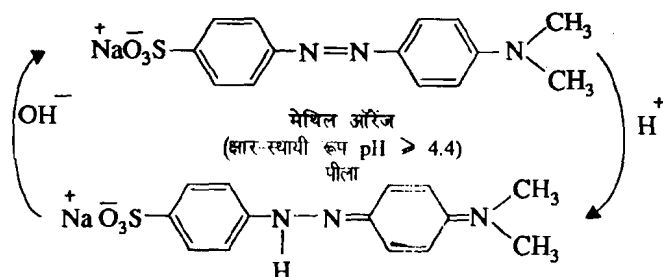


मेथिल ऑरेंज के बनाने में सल्फ़ऐनिलिक अम्ल का डाइऐज़ोटीकरण करके N,N-डाइमेथिलऐनिलीन से युग्मन किया जाता है। इस अभिक्रिया को निम्नलिखित तरीके से दर्शाया जा सकता है:



जहाँ तक रंजक को वस्त्र में लगाने का प्रश्न है, स्वतः रंजकों (जो आपने बनाई हैं) के साथ रंजन काफी सरल होता है। इस प्रक्रिया में अम्लीय अथवा क्षारीय रूप में रंजक को जल में घोला जाता है, विलयन को गर्म किया जाता है तथा रंगने वाले वस्त्र को गर्म विलयन में डुबाया जाता है। रंजक में उपस्थित ध्रुवीय समूह वस्त्र के ध्रुवीय समूहों से अन्योन्यक्रिया द्वारा वस्त्र से जुड़ने में सहायक होते हैं। सिल्क तथा ऊन में कई ध्रुवीय समूह होते हैं (ये इनकी पॉलीपेप्टाइड श्रृंखलाओं में होते हैं) इसलिए ये इस प्रकार के रंजकों में दृढ़ता से बंधते हैं।

रंजक के रूप में कार्य करने के अतिरिक्त मेथिल ऑरेंज एक अच्छे अम्ल क्षारक सूचक के जैसे कार्य करता है। यह गुण मेथिल ऑरेंज के दुर्बल तथा प्रबल अम्लीय अवस्था में स्पष्टतः अलग-अलग रंग दर्शाने के परिणाम-स्वरूप होता है। मेथिल ऑरेंज की दो रासायनिक संरचनाएँ निम्नलिखित हैं:



मेथिल ऑरेंज की सूचक रेंज 3.3-4.4 होती है जिसका अर्थ है कि 3.3 से नीचे के pH मानों में अम्ल रूप प्रमुख होता है जबकि 4.4 से अधिक pH पर क्षारीय रूप प्रमुख होता है तथा इनके बीच की रेंज में दोनों रूपों के सापेक्ष अनुपात बदलते रहते हैं।

मेथिल ऑरेंज-एक ऐंजो रंजक का संश्लेषण व उपयोग

19.4 आवश्यकताएँ

उपकरण		रासायनिक पदार्थ
हिम कुंडक	1	N, N-डाइमेथिलऐनिलीन
बीकर (400 cm ³)	2	सल्फ्यूरिक अम्ल
बुक्नर फनेल	1	सोडियम नाइट्राइट
शंक्वाकार फ्लास्क (250 cm ³)	2	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
परखनली		ऐसीटिक अम्ल
		सोडियम हाइड्रॉक्साइड
		सोडियम क्लोराइड
		सोडियम कार्बोनेट

दिए गए विलयन

1. सोडियम हाइड्रॉक्साइड का 10% विलयन : इस विलयन को NaOH के 10 g को जल के 100 cm³ में घोलकर बनाया जाता है।
2. सोडियम क्लोराइड का संतृप्त विलयन : इसको NaCl की आधिक्य मात्रा को जल में घोलकर बनाया जाता है।
3. सोडियम कार्बोनेट का 2.5% विलयन : यह Na₂CO₃ के 2.5 g को जल के 100 cm³ में घोलकर बनाया जाता है।
4. सोडियम कार्बोनेट का 10% विलयन : यह Na₂CO₃ के 10 g को जल के 100 cm³ में घोलकर बनाया जाता है।

19.5 कार्य विधि

कार्य विधि संबंधी निर्देश क्रमानुसार दिए गए हैं। आपसे अपेक्षा है कि आप इन निर्देशों को ध्यानपूर्वक पढ़कर इनकी एक रूपरेखा बना लें।

19.5.1 रंजक का संश्लेषण

डाइऐंजोटीकरण पद

1. 250 cm³ के एक शंक्वाकार फ्लास्क में सल्फोऐनिलिक अम्ल मोनोहाइड्रेट के 4.8 g को सोडियम कार्बोनेट के 2.5% विलयन के 50 cm³ में लें। इस विलयन को तब तक उबालें जब तक सल्फोऐनिलिक अम्ल घुल न जाए।
2. फ्लास्क को नल के जल द्वारा ठंडा करें व इसमें 1.9 g सोडियम नाइट्राइट डालकर उसे घोलने के लिए हिलाएं।
3. फ्लास्क को हिम कुंडक में ठंडा करें (आप फ्लास्क में बर्फ के छोटे-छोटे टुकड़े भी डाल सकते हैं) तथा फ्लास्क को लगातार हिलाते/घुमाते हुए उसमें ध्यानपूर्वक लगभग 5 cm³ सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।
4. धीरे-धीरे इसमें एक ठोस पदार्थ (निलंबन (suspension)) अलग होना शुरू हो जाएगा। यह 4-डाइऐंजोबेन्जीन सल्फोनिक अम्ल होता है। यह निम्न ताप पर पर्याप्त स्थिर होता है।

संयुग्मन पद

5. एक परखनली में 3.2 cm^3 डाइमेथिलऐनिलीन तथा 2.5 cm^3 ग्लैशल ऐसीटिक अम्ल लें व दोनों को अच्छी तरह से मिला लें। इससे आपको डाइमेथिलऐनिलीन ऐसीटेट का विलयन प्राप्त होगा।
6. ऊपर बनाए गए डाइएज़ोनियम लवण को कांच की छड़ से लगातार हिलाते हुए उसमें इस विलयन को धीरे-धीरे डाल लें।
7. इस मिश्रण को तब तक हिलाते रहें जब तक लाल रंग का रंजक अलग होना शुरू न हो जाए। इसे और हिलाने से आपको एक गाढ़ा पेस्ट प्राप्त होगा।
8. इसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइड के 10% जलीय विलयन का लगभग 35 cm^3 डालें व मिश्रण को हिलाकर तब तक उबालें जब तक लगभग सारा का सारा रंजक घुल न जाए।
9. इस विलयन को धीरे-धीरे ठंडा होने दें। ठंडा होने पर आपको इसमें मेथिल ऑरेंज के सुन्दर क्रिस्टल प्राप्त होंगे। इसे बुक्नर फनेल द्वारा निस्पंदित कर लें व प्राप्त उत्पाद को सोडियम क्लोराइड के संतृप्त विलयन द्वारा धो लें।
10. क्रिस्टलीय ठोस को फिल्टर पेपर की तहों के बीच सुखा लें। इसको तोल कर प्राप्त मात्रा को अपने निरीक्षक को बताएं।

19.5.2 वस्त्र का रंगना

1. एक 100 cm^3 के बीकर में 30 cm^3 जल में सोडियम सल्फेट के 10% जलीय विलयन का 1 cm^3 व सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की 10-12 बूंदे डालकर उसमें लगभग 100 mg मेथिल ऑरेंज को घोल लें।
2. सिल्क के वस्त्र अथवा ऊन के एक छोटे से टुकड़े को इस बीकर में डालकर बीकर को तब तक गर्म करें जब तक यह विलयन लगभग उबलने न लगे।
3. इस अवस्था में लगभग 5 मिनट तक रखकर वस्त्र/ऊन को बीकर में से निकाल लें।
4. इसे ठंडा होने दें। इसे चलते जल की धारा में अच्छी तरह से धोकर सुखा लें।

19.5.3 मेथिल ऑरेंज के सूचक गुण

1. 100 cm^3 के बीकर अथवा शंक्वाकार फ्लास्क में लगभग 10 cm^3 आसवित जल लेकर उसमें तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की एक बूंद व मेथिल ऑरेंज के 1-2 क्रिस्टल डालकर हिलाएं। इससे आपको एक लाल रंग का विलयन प्राप्त होगा जो, जैसा कि ऊपर बताया गया है, अम्ल-स्थायी रूप के कारण होता है।
2. इस विलयन में सोडियम हाइड्रॉक्साइड के 10% विलयन की 3-4 बूंदे (अथवा NaOH का एक छोटा पैलेट) डालकर अच्छी तरह हिलाएं। इससे विलयन का रंग लाल से पीला हो जाता है। यह क्षारक-स्थायी रूप के बनने के कारण होता है।

19.6 परिणाम

- i) g मेथिल ऑरेंज प्राप्त हुआ।
- ii) यह सिल्क व ऊन का रंजन करता है। संलग्न नमूना देखें।
- iii) इसके अम्ल क्षारक सूचक गुण का सत्यापन किया गया है।