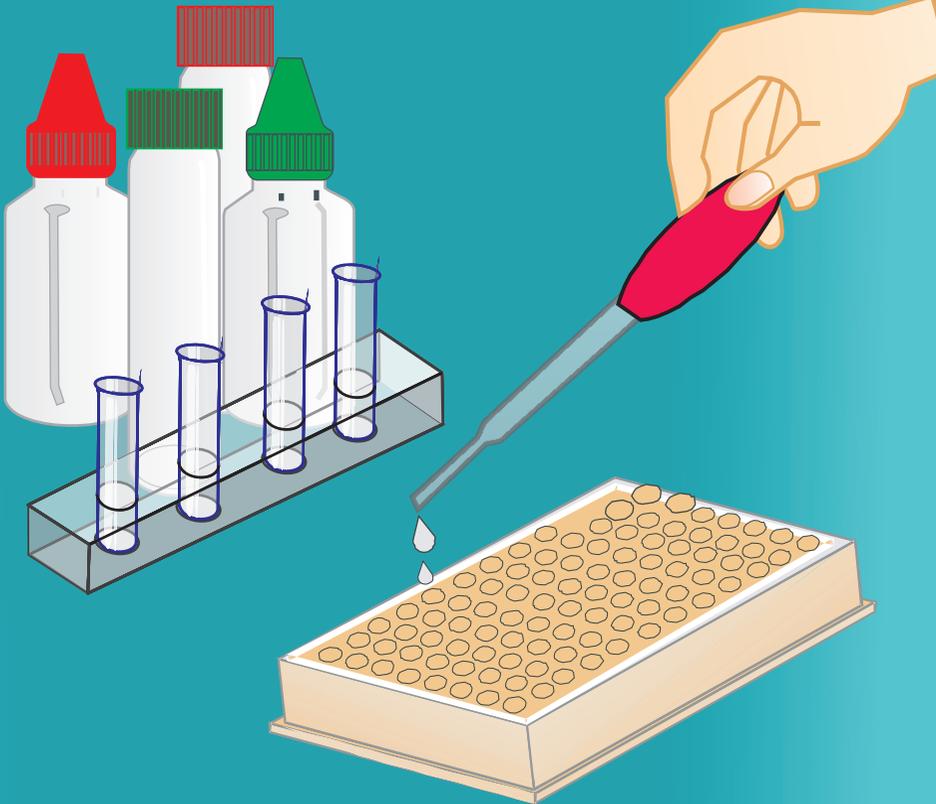


सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला किट निर्देशिका

कक्षा 11 और 12 के लिए





एक कदम स्वच्छता की ओर

सूक्ष्म स्तर
रसायन प्रयोगशाला किट
निर्देशिका

कक्षा 11 और 12 के लिए

विद्यया ऽ मृतमश्नुते



एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

पहला संस्करण

मार्च 2019 फाल्गुन 1940

PD 3T RPS

© राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और
प्रशिक्षण परिषद्, 2019

₹ 70.00

80 जी.एस.एम. पेपर पर मुद्रित

सचिव, राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण
परिषद्, श्री अरविंद मार्ग, नयी दिल्ली 110 016
द्वारा प्रकाशन प्रभाग में प्रकाशित तथा सरस्वती
आफ़सेट प्रिंटर्स प्रा.लि., नयी दिल्ली – 110 028
द्वारा मुद्रित।

ISBN 978-93-5292-122-5

सर्वाधिकार सुरक्षित

- प्रकाशक की पूर्व अनुमित के बिना इस प्रकाशन के किसी भाग को छापना तथा इलेक्ट्रॉनिकी, मशीनी, फोटोप्रतिलिपि, रिकॉर्डिंग अथवा किसी अन्य विधि से पुनः प्रयोग पद्धति द्वारा उसका संग्रहण अथवा प्रचारण वर्जित है।
- इस पुस्तक की बिक्री इस शर्त के साथ की गई है कि प्रकाशन की पूर्व अनुमित के बिना यह पुस्तक अपने मूल आवरण अथवा जिल्द के अलावा किसी अन्य प्रकार से व्यापार द्वारा उधारी पर, पुनर्विक्रय या किराए पर न दी जाएगी, और न बेची जाएगी।
- इस प्रकाशन का सही मूल्य इस पृष्ठ पर मुद्रित है। रबड़ की मुहर अथवा चिपकाई गई पच्ची (स्टिकर) या किसी अन्य विधि द्वारा अंकित कोई भी संशोधित मूल्य गलत है तथा मान्य नहीं होगा।

एन. सी. ई. आर. टी. के प्रकाशन प्रभाग के कार्यालय

एन.सी.ई.आर.टी. कैंपस

श्री अरविंद मार्ग

नयी दिल्ली 110 016

फ़ोन : 011-26562708

108, 100 फीट रोड

हेली एक्सटेंशन, होस्टेकेरे

बनाशंकरी III इस्टेज

बेंगलुरु 560 085

फ़ोन : 080-26725740

नवजीवन ट्रस्ट भवन

डाकघर नवजीवन

अहमदाबाद 380 014

फ़ोन : 079-27541446

सी.डब्ल्यू.सी. कैंपस

निकट धनकल बस स्टॉप पिनहटी

कोलकाता 700 114

फ़ोन : 033-25530454

सी.डब्ल्यू.सी. कॉम्प्लेक्स

मालीगाँव

गुवाहाटी 781021

फ़ोन : 0361-2676869

प्रकाशन सहयोग

अध्यक्ष, प्रकाशन प्रभाग : एम. सिराज अनवर

मुख्य संपादक : श्वेता उप्पल

मुख्य उत्पादन अधिकारी : अरुण चितकारा

मुख्य व्यापार प्रबंधक : अबिनाश कुल्लू

संपादन सहायक : ऋषिपाल सिंह

उत्पादन सहायक : मुकेश गौड़

आवरण

डी.टी.पी. सेल

प्राक्कथन

वर्तमान में रसायन प्रयोगशाला में निम्नलिखित बिंदु प्रचलन में हैं—

- रसायनों का आधिक्य में अपव्यय और प्रयोगशाला की स्थापना एवं रखरखाव की बढ़ती लागत
- पर्यावरण प्रदूषण को बढ़ाने वाली हानिकारक और विषैली धूम एवं रसायनों के आधिक्य में उपयोग से जल एवं वायु का बढ़ता प्रदूषण
- अग्नि एवं हानिकारक रसायनों के कारण बहुत सारी दुर्घटनाएँ
- प्रयोगों के प्रति पुस्तकीय दृष्टिकोण, जो कि सोचने का समय कम देता है, जिससे धारणाओं को स्पष्ट करने की तुलना में सूचना भार की वृद्धि होती है।

प्रदूषण मुक्त पर्यावरण सुरक्षित रखना, रसायन प्रयोगशाला की लागत कम करना और रसायन अपशिष्ट का निपटान आज के मुख्य विचारणीय बिंदु हैं। इन बिंदुओं को रसायन प्रयोगों में अपनाया गया है, इसे सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला तकनीक कहा जाता है। यह कहा जा सकता है कि वर्तमान किट विद्यालयों में सूक्ष्म स्तर रसायन तकनीक के उपयोग पर जोर देती है जो कि *राष्ट्रीय पाठ्यचर्या की रूपरेखा (NCF)* पर आधारित है।

हमने विशेष प्रकार के उपकरण विकसित किए हैं जो कि प्रेक्षण कौशल, निहित रासायनिक सिद्धांत, यथार्थता आदि को बिना प्रभावित किए हुए उपयोग में आने वाले ठोस रसायनों की मात्रा और द्रवीय अभिकर्मकों के आयतन को सीमित करते हैं। इससे भी ज्यादा इस प्रकार के रासायनिक प्रयोगों को करने से परंपरागत प्रयोगशालाओं में गैस बर्नर पर आधारित खर्चीली तापीय व्यवस्था की तुलना में ईंधन का काफ़ी बचाव होता है।

आयतनमितीय विधियों को सरलीकृत किया गया है और अब भौतिक रसायन के प्रयोगों को, जिन्हें विद्यालयों में करना मुश्किल था, इस किट की सहायता से किया जा सकता है। पारंपरिक प्रयोगशाला उपकरणों को आवश्यकतानुसार सूक्ष्म स्तर रसायन के आधार पर हटा दिया अथवा इसमें परिवर्तन कर दिया गया है।

हम आशा करते हैं कि यह किट विद्यार्थियों, अध्यापकों और विद्यालयों के लिए उपयोगी होगी। किट में सुधार के लिए पुनर्निवेशों (फ़ीडबैक) का स्वागत है।

आर.के. पाराशर
आचार्य
शैक्षणिक किट प्रभाग

पुस्तक विकास समिति

अखिलेश्वर मिश्रा, हैडमास्टर, प्रदर्शन बहुउद्देशीय विद्यालय, भुवनेश्वर, ओडिशा
अलका मेहरोत्रा, सह आचार्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
आर.एस. सिन्धु, आचार्य (सेवानिवृत्त), डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
आर.बी. पारीक, सहायक आचार्य, डी.ई.एस.एम., आर.आई.ई., अजमेर, राजस्थान
अंजनी कौल, सह आचार्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
एल.के. तिवारी, सह आचार्य, डी.ई.एस.एम., आर.आई.ई., भोपाल, मध्य प्रदेश
के.के. अरोड़ा, सह आचार्य, जाकिर हुसैन कॉलेज, नयी दिल्ली
प्रमिला तंवर, सहायक आचार्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
ब्रह्म प्रकाश, आचार्य (सेवानिवृत्त), डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
रुचि वर्मा, सह आचार्य, डी.ई.एस.एम., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली
विजय शारदा, सह आचार्य (सेवानिवृत्त), जाकिर हुसैन कॉलेज, नयी दिल्ली
वी.पी. सिंह, आचार्य, डी.ई.एस.एम., आर.आई.ई., अजमेर, राजस्थान

हिंदी रूपांतर

आर.के. उपाध्याय, सह आचार्य, राजकीय कॉलेज, अजमेर, राजस्थान
एस.के. अरोड़ा, सह आचार्य, राजकीय कॉलेज, अजमेर, राजस्थान

सदस्य समन्वयक

आर.के. पाराशर, आचार्य, डी.ई.के., एन.सी.ई.आर.टी., नयी दिल्ली

आभार

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्, एच. ओ. गुप्ता, *आचार्य* (भूतपूर्व विभागाध्यक्ष शैक्षिक किट प्रभाग, राष्ट्रीय शिक्षा संस्थान) जिनके पर्यवेक्षण में सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला किट विकसित की गयी, का आभार व्यक्त करती है। उपयोगकर्ताओं से प्राप्त पुनर्निवेश (फ़ीडबैक) के अनुसार किट को अब संशोधित किया गया है। परिषद् किट एवं निर्देशिका के संवर्धन में योगदान देने के लिए तरुण वीर राठौड़, *पी.जी.टी.*, एस.बी.वी., तिमारपुर, दिल्ली, अमीना अंसारी, *पी.जी.टी.*, सरदार पटेल विद्यालय, दिल्ली, एस.के. अरोड़ा, *सह आचार्य*, राजकीय महाविद्यालय, अजमेर, मनीषा जैन, *सह आचार्य*, आचार्य नरेन्द्र देव कॉलेज, दिल्ली, सीमा गुप्ता, *सह आचार्य*, आचार्य, नरेन्द्र देव कॉलेज, दिल्ली, एस.पी. कामत, *आचार्य* (सेवानिवृत्त), गोआ विश्वविद्यालय, गोआ, साविया पी. टॉरेस, *सहायक आचार्य*, कॉरमोल महिला कॉलेज, न्यूवेम, गोआ, सरबजीत सचदेवा, सेंट कोलंबस स्कूल, नयी दिल्ली, ए. मिश्रा, *प्रधानाचार्य*, डी.एम. स्कूल, आर.आई.ई., भुवनेश्वर, एस.पी. सिंह, *सह आचार्य*, ए.एन. कॉलेज, पटना, एन.वी.एस. नायडू, *आचार्य*, एस.वी. विश्वविद्यालय, तिरुपति, स्वस्तिका शर्मा, *पी.जी.टी.*, डी.ए.वी. पब्लिक स्कूल, वसंत कुंज, नयी दिल्ली, समीर व्यास, *सहायक अनुसंधान अधिकारी*, सी.एस.एम.आर.एस., नयी दिल्ली, पी. तमिल सलवान, *सह आचार्य*, आर.आई.ई., मैसूर, अर्चना रानी, *सह आचार्य*, दिल्ली तकनीकी विश्वविद्यालय, दिल्ली का आभार व्यक्त करती है।

परिषद् शैक्षिक किट प्रभाग के स्टॉफ़, वी.बी. पाटिल, *तकनीकी अधिकारी*, अनिल नायल, *ड्राफ़्टमैन* (चित्रों के बनाने के लिए), सतीश कुमार का भी आभार व्यक्त करती है। इसके साथ ही प्रकाशन प्रभाग द्वारा दिए गए सतत सहयोग के लिए परिषद् विशेष रूप से आभार व्यक्त करती है। प्रवीन कुमार, *डी.टी.पी. ऑपरेटर* और संपादन कार्य के लिए मीनाक्षी, *सहायक संपादक* (संविदा) का भी आभार व्यक्त किया जाता है।

विषय सूची

आमुख		iii
सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला किट का परिचय		1-16
अध्याय 1	रासायनिक पदार्थों का अभिलक्षण तथा शुद्धिकरण	17-22
प्रयोग 1.1	कार्बनिक यौगिक के क्वथनांक का निर्धारण	17-18
प्रयोग 1.2	कार्बनिक यौगिक के गलनांक का निर्धारण	19-20
प्रयोग 1.3	क्रिस्टलीकरण के द्वारा यौगिक का शुद्धिकरण	21-22
अध्याय 2	आयतनमितीय विश्लेषण	23-44
प्रयोग 2.1	0.1 M ऑक्सैलिक अम्ल का मानक विलयन तैयार करना	23-24
प्रयोग 2.2	मानक ऑक्सैलिक अम्ल के साथ अनुमापन करते हुए दिए गए सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की सामर्थ्य ज्ञात कीजिए	25-29
प्रयोग 2.3	0.05 M Na_2CO_3 का मानक विलयन तैयार करना	30-31
प्रयोग 2.4	दिए गए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन को Na_2CO_3 के मानक विलयन के साथ अनुमापन कर इसकी सामर्थ्य ज्ञात करना	32-35
प्रयोग 2.5	0.05 M ऑक्सैलिक अम्ल के मानक विलयन से अनुमापन के द्वारा KMnO_4 विलयन की सामर्थ्य/मोलरता ज्ञात करना	36-40
प्रयोग 2.6	फेरस अमोनियम सल्फेट (माहेर लवण) के मानक विलयन के साथ अनुमापन द्वारा KMnO_4 के विलयन की सामर्थ्य/मोलरता ज्ञात करना	41-44
अध्याय 3	गुणात्मक विश्लेषण (अकार्बनिक)	45-69
प्रयोग 3.1	दिए गए में से एक धनायन व एक ऋणायन की पहचान करना	45-69

अध्याय 4	गुणात्मक विश्लेषण (कार्बनिक)	70–81
प्रयोग 4.1	दिए गये कार्बनिक यौगिक में अतिरिक्त तत्वों को पहचानना	70–73
प्रयोग 4.2	दिए गये कार्बनिक यौगिक में निम्नलिखित प्रकार्यात्मक समूहों में से उपस्थिति कोई एक क्रियात्मक समूह पहचानना	74–78
	1. असंतृप्तता	74
	2. ऐल्कोहॉलिक	75
	3. फिनाॅलिक	75
	4. ऐल्डिहाइडिक और कीटोनिक	75
	5. कार्बोक्सिलिक अम्ल	77
	6. ऐमिनो समूह (प्राथमिक)	77
प्रयोग 4.3	कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन का शुद्ध अवस्था में अभिलक्षण एवं दिए गए भोज्य पदार्थ में उनकी पहचान करना	79–81
अध्याय 5	क्रोमेटोग्राफी	82–88
प्रयोग 5.1	पेपर क्रोमेटोग्राफी द्वारा पत्तियों एवं पुष्पों के निष्कर्ष से वर्णकों के पृथक्करण का अध्ययन करना एवं उनके R_f मान ज्ञात करना	85–86
प्रयोग 5.2	दो धनायनों (Pb^{2+} और Cd^{2+}) वाले अकार्बनिक मिश्रण से पेपर क्रोमेटोग्राफी तकनीक का उपयोग करते हुए घटकों को पृथक् कीजिए	87–88
अध्याय 6	यौगिकों को बनाना	89–103
प्रयोग 6.1	द्विक लवण का बनाना (i) पोटेश ऐलम (ii) फेरस अमोनियम सल्फेट (मोर लवण)	89–91
प्रयोग 6.2	पोटैशियम ट्राइऑक्सलेटोफैरेट (III) बनाना	92–93
प्रयोग 6.3	ऐसीटेनीलाइड बनाना	94–95
प्रयोग 6.4	डाइबेज़लऐसीटोन (डाइबेंजीलिडीन ऐसीटोन) बनाना	96–97
प्रयोग 6.5	p-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड बनाना	98–99
प्रयोग 6.6	फेनिल-एजो- -नैप्रथॉल (एक एजोरंजक) बनाना	100–101
प्रयोग 6.7	आयोडोफार्म बनाना	102–103
अध्याय 7	रासायनिक साम्य	104–109
प्रयोग 7.1	दुर्बल अम्लों एवं दुर्बल क्षारों में समआयन प्रभाव के द्वारा pH परिवर्तन का अध्ययन करना	104–105

प्रयोग 7.2	आयनों की सांद्रता या तापक्रम बढ़ाने पर रासायनिक निकायों में साम्य विस्थापन का अध्ययन करना	106–109
अध्याय 8	पृष्ठ रसायन	110–117
प्रयोग 8.1	दिए गए को जल-रागी एवं जल-विरोधी सॉल बनाना	111–112
प्रयोग 8.2	बनाए गए सॉल का अपोहन द्वारा शुद्धिकरण	113–114
प्रयोग 8.3	विभिन्न तेलों के पायस (इमल्शन) के स्थायीकरण में इमल्सीकारक (पायसीकारक) की भूमिका का अध्ययन करना	115–117
अध्याय 9	रासायनिक बलगतिकी	118–126
प्रयोग 9.1	सोडियम थायोसल्फेट और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के मध्य अभिक्रिया के वेग पर सांद्रता परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन	119–120
प्रयोग 9.2	सोडियम थायोसल्फेट और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के मध्य अभिक्रिया के वेग पर ताप के प्रभाव का अध्ययन	121–122
प्रयोग 9.3	आयोडाइड आयनों की हाइड्रोजन परऑक्साइड के साथ कमरे के ताप पर अभिक्रिया (क्लॉक अभिक्रिया) के वेग पर सांद्रता परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन करना	123–124
प्रयोग 9.4	स्टार्च विलयन का सूचक के रूप में प्रयोग करते हुए पोटैशियम आयोडेट (KIO_3) एवं सोडियम सल्फाइड (Na_2SO_3) के मध्य अभिक्रिया के वेग का अध्ययन करना	125–126
अध्याय 10	रूष्मा रसायन	127–134
प्रयोग 10.1	पोटैशियम नाइट्रेट (1:200 मोलर अनुपात) के विलयन की ऐन्थैल्पी ज्ञात करना	129–132
प्रयोग 10.2	HCl और NaOH की उदासीनीकरण ऐन्थैल्पी ज्ञात करना	133–134
अध्याय 11	वैद्युत रसायन	135–138
प्रयोग 11.1	कक्ष ताप पर $Zn Zn^{2+} Cu^{2+} Cu$ सेल में वैद्युत अपघट्यों की सांद्रता परिवर्तन के साथ सेलविभव में परिवर्तन का अध्ययन करना	135–138
परिशिष्ट		139–144



पढ़ूँगी, बढ़ूँगी, सपनों के आसमान में
ऊँची उड़ूँगी, बस मौका चाहिए मुझे,
अपनी राह खुद चुनूँगी

सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला किट का परिचय

विज्ञान-पाठ्यक्रम में प्रायोगिक कार्य एवं प्रयोगात्मकता की प्रामाणिक भूमिका वैश्विक रूप में स्वीकृत है। यह रसायन में और भी अधिक है, जो कि एक प्रायोगिक विज्ञान है। इस क्षेत्र में अधिकांश धारणाएँ प्रायोगिक कार्य के द्वारा भली-भाँति समझी जाती हैं।

प्रयोगशाला में प्रायोगिक कार्य के लक्ष्य एवं उद्देश्य निम्नलिखित हैं—

1. वैज्ञानिक धारणाओं एवं सिद्धांतों की बेहतर समझ
2. सामान्य कौशल एवं निपुणता की उन्नति (कार्यविधि एवं हस्तकौशल की कुशलता, प्रेक्षण कौशल, रेखांकन कौशल, प्रकाशन एवं निर्णयात्मक कौशल)
3. जिज्ञासु वातावरण में जागृति एवं उत्सुकता की प्रकृति बनाए रखना।

रसायन अनुदेशों में प्रायोगिक कार्य एक आवश्यक भाग है। भूतकाल में अनेक प्रशंसनीय प्रयासों के बावजूद विद्यालयी शिक्षा में प्रायोगिक कार्य हाशिये पर ही रहे और उन्हें उपयुक्त महत्ता नहीं मिली। प्रायोगिक कार्य की उपेक्षा में कई कारकों का योगदान रहा है। विशेष रूप से, एक रसायन प्रयोगशाला के अवरोध में वित्तीय संसाधनों की न्यूनता, रसायनों के बढ़ते मूल्य, उपकरणों एवं उनसे संबंधित सहायक युक्तियों के रखरखाव में समय की कमी, टूट-फूट को विस्थापित करने के लिए धन का अभाव, अपशिष्ट के प्रबंधन की समस्या, विषैले रसायनों की निस्तापन व्यवस्था, पारियों में कार्य करना आदि अन्य कुछ मुख्य सहयोगी कारक हैं।

उपरोक्त समस्याओं का निराकरण करने के लिए अपेक्षित संशोधन हो सकते हैं—

1. सुविधाओं में परिवर्तन
2. प्रयोगशाला कार्यक्रमों में सुधार
3. संसाधनों का अधिकतम उपयोग

4. मूल्य-प्रभावी, सुरक्षित एवं प्रभावी तकनीकों को अपनाना तथा हरित रसायन की ओर कदम

सूक्ष्मस्तर रसायन प्रयोगशाला (एम.सी.एल.) किट निर्देशिका

प्रायोगिक कार्यों को करते समय परंपरागत प्रयोगशाला को नयी अवधारणाओं से प्रतिस्थापित करने के विचार लगातार चल रहे हैं। नवीनतम अवधारणाओं में सूक्ष्मस्तर रसायन प्रयोगों में रसायनों की अल्प मात्रा एवं सामान्य उपकरणों का उपयोग करना है। यह विचार सर्वप्रथम 30 वर्ष पूर्व ब्रुसविक के 'बोडोइन' महाविद्यालय में डी.डब्ल्यू. मेयो, एस.एस. बूचर आदि ने दिया। भारतवर्ष में यह विचार कुछ नवीन उपकरणों के साथ एन.सी.ई.आर.टी. ने विद्यालयों में सूक्ष्मस्तर रसायन प्रयोगशाला किट के स्वरूप में विकसित तथा आरंभ किया है।

I. सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला (एम.सी.एल.) किट क्या है ?

'सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला किट' विद्यार्थियों को प्रयोगों की गुणवत्ता एवं स्तर से समझौता किए बिना रसायनों की अल्प मात्रा का उपयोग करते हुए सुरक्षित वातावरण एवं प्रदूषण रहित वायुमण्डल में प्रयोग करने योग्य बनाती है। प्रयोग, सरलता एवं शीघ्रता से पूर्ण किये जा सकते हैं। ये सुरक्षित एवं कम प्रदूषक होते हैं। बड़े आकार की अभिकर्मक बोतलें, काँच के सामान, प्लास्टिक के सामान आदि को उनके छोटे आकार वाले प्रतिरूपों से प्रतिस्थापित किये जा रहे हैं। संक्षेप में, यह विधि, मूल्य प्रभावी, विद्यार्थी, पर्यावरण, प्रशासक एवं अध्यापक आदि के लिए मैत्रीपूर्ण है।

II. किट उपयोग के लाभ

एम.सी.एल. किट में ठोस रसायन कुछ मिलीग्राम मात्रा में एवं द्रव रसायन कुछ बूँदों में विशेष सस्ते उपकरणों के साथ प्रयुक्त होते हैं।

1 विद्यार्थी-मैत्रीपूर्ण

- इससे रसायनों का अल्प मात्रा में उपयोग, धुआँ और दुर्घटना के खतरों, अम्ल जलन आदि को कम करता है।
- इससे प्रयोग शीघ्रता से होते हैं और इस प्रकार और अधिक प्रयोग करने के लिए समय बचता है।
- इससे संरक्षण की आदत विकसित होती है।

2 पर्यावरण-मैत्रीपूर्ण

- यह रसायनों के उपयोग में कमी लाता है, परिणामस्वरूप स्रोत पर ही अपशिष्ट में कमी आती है।
- यह निम्नलिखित कारकों में कमी कर वायु गुणवत्ता को बनाये प्रयोगशाला सुरक्षा में वृद्धि करता है—
 - विषैले रसायनों के साथ संपर्क
 - अग्नि एवं विस्फोटक खतरे
 - रिसाव एवं दुर्घटनाएँ

3 प्रशासक-मैत्रीपूर्ण

- यह प्रयोगशाला किट मूल्य में तेज़ी से कमी करती है।
- यह काँच की टूट-फूट की कीमत कम करती है।
- यह संधारण स्थान बचाती है।

4 अध्यापक-मैत्रीपूर्ण

- यह प्रयोगशाला में विद्यार्थी-अनुशासन को बढ़ावा देता है।
- पेडागॉजी के अनुसार यह अध्यापन का बेहतर तरीका है। बचे हुए समय में अध्यापक छात्रों से अधिक समझ विकसित करने हेतु और अधिक प्रयोग करने के लिए कह सकते हैं।

III. किट में क्या विशेष उपकरण दिए गये हैं ?

कुछ विशेष उपकरणों की सूची निम्नलिखित है—

1. उपकरणों को रखने एवं परिवहन के लिए एक छोटा बॉक्स
2. रसायनों के बूँद-बूँद वितरण हेतु पॉलीथीन की वितरण बोटलें (मुलायम प्रकार की)। इससे रसायनों का सम्मिश्रण नहीं हो पाता है।
3. परीक्षणों हेतु वेल्-प्लेटें
4. गैसों को सूक्ष्म मात्रा में उत्पन्न करने एवं उनके गुणों के अध्ययन के लिए W-नलियाँ
5. बैरल पिपेट

6. रसायनों के न्यूनतम व्यय हेतु सूक्ष्मतम ग्लासवेयर
7. सूक्ष्म निस्स्यंदन इकाई
8. सूक्ष्म स्पैचुला

IV. सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला किट एवं परंपरागत रसायन प्रयोगशाला की तुलना

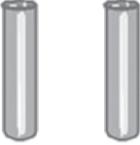
क्र. सं.	परंपरागत रसायन प्रयोगशाला	सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला
1.	प्रयुक्त रसायनों की मात्रा ठोस पदार्थों के कुछ ग्राम एवं विलयनों के कुछ मिलीलीटर उपयोग किए जाते हैं।	ठोस पदार्थों के कुछ मिलीग्राम एवं विलयनों की कुछ बूँदें उपयोग की जाती हैं। एक विशिष्ट सूक्ष्म स्तर प्रयोग में परंपरागत प्रयोग की तुलना में बहुत कम, 1% से भी कम मात्रा की आवश्यकता होती है।
2.	पर्यावरणीय सुरक्षा एक परंपरागत रसायन प्रयोगशाला में रसायनों की बड़ी मात्रा विसर्जित हो जाती है। साथ ही विषैली धूम की बड़ी मात्रा वायु प्रदूषण का कारण बनती है।	सूक्ष्म स्तर रसायन प्रयोगशाला में सिंक की आवश्यकता नहीं होती है। रसायनों का विसर्जन न्यूनतम होता है। विषैली धूम लगभग नगण्य होती है।
3.	दुर्घटना के खतरे आग, अम्ल जलन आदि से दुर्घटना होने की आशंका होती है।	ज्वाला की तीव्रता न्यूनतम होती है। अम्ल जलन लगभग नगण्य होती है। आग के खतरे एवं अम्ल से जलने की संभावना न्यूनतम होती है।
4.	ग्लासवेयर की टूट-फूट ग्लासवेयर के टूटने-फूटने की संभावना अधिक रहती है।	टूट-फूट न्यूनतम होती है।
5.	प्रयोग में लिया गया समय किसी विशिष्ट प्रयोग के लिए बहुत अधिक समय की आवश्यकता होती है।	प्रयोग के लिए कम समय की आवश्यकता होती है। अतः उसी समय में अन्य प्रयोग भी किए जा सकते हैं।
6.	लागत अधिक लागत।	लागत बहुत कम हो जाती है।

7.	<p>स्थान एक परंपरागत प्रयोगशाला में मूलभूत आवश्यकताओं, जैसे — मेज़, गैस लाइन, ग्लासवेयर एवं रसायनों को रखने हेतु अधिक स्थान की आवश्यकता होती है।</p>	<p>कुछ मेज़ों युक्त एक छोटा कमरा ही पर्याप्त है। संधारण स्थान बहुत कम हो जाता है।</p>
8.	<p>संरक्षण की प्रवृत्ति विद्यार्थियों में बहुत अधिक जल एवं रसायनों की बर्बादी की प्रवृत्ति विकसित होती है।</p>	<p>विद्यार्थी जल एवं रसायनों का न्यूनतम उपयोग कर उनके संरक्षण की प्रवृत्ति विकसित करते हैं।</p>

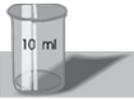
V. किट की वस्तुओं का वर्णन

(क) उपकरण

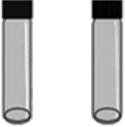
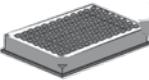
क्र. सं.	वस्तु का नाम (मात्रा/किट)	चित्र व्यवस्था	उपयोग
1.	किट निर्देशिका		इसमें सभी प्रयोगों की जानकारी होती है।
2.	किट बॉक्स (आधार पर जुड़े हुए पहियों एवं तालायुक्त ढक्कन के साथ HDPE का बना हुआ)		इसमें किट की सभी वस्तुएँ होती हैं।
3.	अंशांकित बीकर 50 mL (3)		द्रवों के आयतन मापन/द्रवों को रखने के लिए।
4.	क्वथन नली (90 mm × 20 mm) (बोरोसिलिकेट ग्लास) (4)		द्रवों को उबालने के लिए।
5.	केशनली (10 cm) (1 बॉक्स)		गलनांक तथा क्वथनांक निर्धारण के लिए।
6.	चीनी प्याली (व्यास — 8.5 cm) (4)		कम मात्रा के पदार्थ को अत्यधिक उच्च ताप पर गर्म करने हेतु, जल उष्मक के रूप में उपयोग।
7.	शंक्वाकार फ़्लास्क क्षमता — 25 mL, 50 mL, 100 mL (प्रत्येक 1)		अनुमापन सहित बहुउद्देशीय उपयोग के लिए।

8.	वितरण बोटल क्षमता — लगभग 15 mL(30)		i. रासायनिक अभिकर्मकों को रखने के लिए । ii. ढक्कन खोलिए और बोटल को दबाकर अभिकर्मक की 1-2 बूँदें निकाल लीजिए । बोटलों को नामांकित कीजिए ।
9.	अंशांकित ड्रॉपर / पास्तेर पीपेट (पॉलीप्रोपलीन से बनी)/ LDPE बल्ब — 4 cm क्षमता — 3 mL(20)		द्रवों को स्थानांतरित करने लिए ।
10.	रबड़ बल्ब युक्त काँच का ड्रॉपर काँच की नली की लंबाई — 10.5 cm (4)		i. ड्रॉपर का उपयोग थोड़ी मात्रा में द्रव को एक पात्र से दूसरे पात्र में स्थानांतरित करने के लिए होता है । ii. काँच के छोटे ड्रॉपर में रबड़ बल्ब को लगाइए ।
11.	मानक आकार की प्रज्वलन नली/संगलन नली (20)		i. पदार्थ के क्वथनांक निर्धारण हेतु । ii. लज्जान्या (Lassaigne's) निष्कर्ष को बनाने के लिए ।
12.	काँच की छड़ लंबाई — 15 cm व्यास 0.5 cm (4)		i. विलोडक के रूप में उपयोग हेतु । ii. निस्पंदन के समय द्रव को फ़िल्टर पेपर पर डालने के लिए ।
13.	सूक्ष्म फनल व्यास — 32 mm संपूर्ण आकार – 80 mm (4)		निस्पंदन के लिए उपयोगी ।

<p>14. सूक्ष्म निस्पंदन इकाई (4)</p>	<p>बोरोसिलिकेट काँच की क्वथन नली, लंबाई 80 mm, व्यास 20 mm, छोटे बल्ब की फिटिंग के लिए साइड ट्यूब (नली), छोटे सहित रबड़ बल्ब एवं रबड़ कॉर्क जड़ित छोटी हिर्श (Hirsch) फनल नमूने के अनुसार</p>		<p>उपयोग के लिए पद —</p> <ol style="list-style-type: none"> हिर्श फनल के स्तंभ को लगाने के लिए रबड़ कॉर्क में छिद्र कीजिए। फनल की जाली में लगाने के लिए फ़िल्टर पत्र को काटिए। फ़िल्टर पत्र का आकार जाली में पूर्णतया फ़िट होना चाहिए। न तो बड़ा और न ही छोटा। फनल के साथ कॉर्क को क्वथन नली (जिसमें साइड नली हो) के मुख में फिट कीजिए। निस्पंदन हेतु विलयन को फनल में स्थानांतरित कीजिए। बल्ब से हवा निकालने के लिए इसे हाथ से दबाइए एवं इसी अवस्था में इसे क्वथन नली की साइड ट्यूब पर रखिए। दाब को हटाइए। बल्ब क्वथन नली के अंदर की ओर हवा खींचता है, जो कि तीव्र निस्पंदन करता है।
<p>15. सूक्ष्म परखनली</p>	<p>बोरोसिलिकेट काँच, लंबाई 45 mm, व्यास 10 mm रिम के साथ (2 mL) (24)</p>		<p>कम मात्रा के द्रवों को रखने तथा परीक्षण पात्र के रूप में प्रयोग करने हेतु।</p>

16.	सूक्ष्म बीकर बोरोसिलिकेट काँच, ऊँचाई 34 mm, व्यास 25 mm (10 mL) (12)		द्रवों को रखने के लिए पात्र के रूप में।
17.	सूक्ष्म मापक सिलिंडर (10 mL) (4)		10 mL तक द्रवों के आयतन मापन के लिए।
18.	बोरोसिलिकेट काँच की सूक्ष्म ब्यूरेट घूर्णन स्क्रू वाले स्टॉप कॉर्क तथा PTEF कुंजी तथा कप सहित अल्पतमांक 0.5 mL (5 mL) (8)		<ul style="list-style-type: none"> i. 0.05 mL के साथ सूक्ष्म ब्यूरेट की क्षमता 5 mL होती है। ब्यूरेट के संकरे सिरे की ओर प्लास्टिक नली की सहायता से एक सूक्ष्म टिप जुड़ी रहती है। ii. पिपेट के उपयोग से बचने के लिए दो ब्यूरेट का उपयोग करते हैं। iii. ब्यूरेट में द्रव को धीरे-धीरे डालते हैं तथा यह सुनिश्चित करते हैं कि कोई हवा का बुलबुला ब्यूरेट में न रहे।
19.	सूक्ष्म परखनली ब्रुश (4)		परखनली ब्रुश का उपयोग सूक्ष्म परखनली को अंदर से साफ़ करने के लिए होता है।
20.	बिना ढक्कन के सोडा काँच की पेट्री डिश, व्यास 10 cm (4 सेट)		काँच की उथली वृताकार डिश क्रोमेटोग्राफी में उपयोग की जाती है।

21.	प्लैटिनम तार/नाइक्रोम तार (4)		प्लैटिनम तार का उपयोग ज्वाला परीक्षण के लिए करते हैं।
22.	सूक्ष्म स्पैचुला (स्टेनलैस स्टील) समतल हिस्सा — 4 cm, स्कूप — 1.3×0.7 cm लंबाई 10 cm (4)		ठोस पदार्थ की सूक्ष्म मात्रा को स्थानांतरित करने के लिए उपयोग करते हैं।
23.	स्पिरिट लैंप/बुन्सेन बर्नर ब्रास विक होल्डर के साथ स्टील बॉडी 6.5 cm व्यास, ऊँचाई 5 cm (04)		पदार्थों को गर्म करने में उपयोग करते हैं। किरोसिन बर्नर के स्थान पर स्पिरिट लैंप का उपयोग कर सकते हैं।
24.	वृताकार वाटमैन फ़िल्टर पत्र व्यास 125 mm (20)		फ़िल्टर पत्र का उपयोग महीन ठोस को द्रव से पृथक करने में करते हैं।
25.	मर्करी तापमापी (थर्मामीटर) परास 0°C से 250°C , अल्पतमांक 1°C (2)		क्वथनांक तथा गलनांक के निर्धारण के लिए।
26.	बटन सेल सहित डिजिटल तापमापी, परास 50°C से 300°C तथा F चयनित योग्य डिस्प्ले, अंतिम मापन की मेमोरी सहित यथार्थता — 0.1°C (1)		ताप रसायन प्रयोगों के लिए उपयोगी। सावधानी—अम्ल व क्षारक के सांद्र विलयन में तापमापी टिप को नहीं डुबोएँ।
27.	त्रिपाद (तिपाई) स्टैंड ऊँचाई 10 cm, ऊपरी सतह कास्ट आयरन की, $7 \times 7 \times 7$ cm त्रिकोण, 10 g, व्यास 4 mm (4)		उपकरणों को गर्म करने के लिए स्टैंड के रूप में उपयोगी।

28.	एक्रिलिक या प्लास्टिक सूक्ष्म परखनली स्टैंड 100 mm × 27 mm × 13 mm, छिद्र सहित परखनली 4 mm (4)		परखनली रैक का उपयोग परखनली को रखने के लिए करते हैं।
29.	दो सिरे वाला ब्यूरेट क्लैप तथा स्टैंड		आधार के लिए माइल्ड स्टील शीट 140 mm × 160 mm × 16 mm SWG स्टैंड के लिए माइल्ड स्टील छड़ 06 mm व्यास, 280 mm लंबाई, माइल्ड स्टील नट 06 mm, फ्लाई नट 06 mm, 06 mm वाशर, स्प्रिंग स्टील स्ट्रिप 80 mm × 80 mm × 20 mm SWG, 02 ब्यूरेट को लगाने के लिए
30.	लकड़ी हैंडल सहित सूक्ष्म परखनली होल्डर, 10 mm (4)		परखनली को पकड़ने के लिए।
31.	वायल्स (शीशी) 5.5 cm × 1.5 cm PVC (20)		ठोस रसायनों को संग्रहित करने के लिए पात्र के रूप में उपयोगी।
32.	सोडा वॉच ग्लास व्यास 5 cm (4)		वॉच ग्लास का उपयोग तोलते समय ठोस पदार्थ को रखने के लिए होता है।
33.	वेल प्लेट (पॉलिस्टाइरीन)(4)		बहुत सारे वेल युक्त समतल प्लेट 96 वेल सहित जो कि सूक्ष्म परखनली के रूप में उपयोग में आते हैं।

34.	बोरोसिलिकेट काँच की W-नली 2 mm मोटी एवं व्यास 88 mm, भुजा की लंबाई 72–75 mm, जिसमें भुजा पर बल्ब लगा है।		प्रयोग के लिए उपयोगी, जिसमें किसी गैस को अभिकर्मक से गुजारना होता है।
35.	फ्रेम सहित वायर गॉज 100 mm × 100 mm (4)		गर्म करते समय एक समान रूप से गर्म करने के लिए उपयोगी।
36.	धावन बोतल (वॉश बोतल) 125 mL (LDPE) (2)		जल को रखने एवं उपकरणों को धोने के लिए उपयोगी।
37.	कैलोरीमापी (50 mL बोरोसिलिकेट काँच का बीकर जो LDPE फोम (रबर) केस में समाहित हो। 100 × 75 × 130 mm ढक्कन के साथ) (1)		रासायनिक अभिक्रियाओं अथवा भौतिक परिवर्तनों में एन्थैल्पी मापन के उपयोग में आने वाली युक्ति।
38.	इलैक्ट्रोड (Cu तथा Zn) 8 cm × 0.5 cm (4 युग्म)		वैद्युत रासायनिक अभिक्रिया में वोल्टेज उत्पन्न करने के लिए उपयोगी।
39.	एमरी पेपर (रेगमाल) (100 नंबर) (1)		निर्मित उत्पाद को चिकना, चमकीली चमक देती है।
40.	मल्टीमीटर (पॉकेट के आकार की) डिजिटल हाई इंपीडेन्स सैंपल के अनुसार (1)		<ul style="list-style-type: none"> i. तार तथा परिपथ की सततता जाँचने के लिए। ii. प्रतिरोध, वोल्टेज तथा धारा मापने के लिए।

41.	पार्चमेन्ट/सिलोफेन पत्र (9 cm × 14.5 cm) (100 पत्र पेकेट)		अपोहन के लिए उपयोगी।
42.	काँच की पीपेट अंशाकित 5 mL, यथार्थता — 0.05 mL, बोरोसिलिकेट काँच (4)		विलयनों के यथार्थ आयतन मापने के लिए उपयोग।
43.	विलोडक (काँच) (4)		i. वृत्ताकार सिरा, मिश्रण या कैलोरीमापी में विलयन को हिलाने के लिए। ii. तापमापी को घेरते हुए विलोडक को कैलोरीमापी के फोम के ढक्कन में निविष्ट कराते हैं।
44.	स्टॉप वॉच (2)		प्रयोगशाला में क्लॉक अभिक्रियाओं, जैसे — प्रयोगों में न्यूनतम कठिनाई से परिशुद्ध समय अवधि के मापन के लिए उपयोगी।
45.	धागे का छोटी रील		गलनांक/क्वथनांक के लिए संग्लन नली को तापमापी से बाँधने के लिए।
46.	स्टॉपर युक्त बोरोसिलिकेट काँच के आयतनमितीय फ्लास्क 25 mL(4)		किसी विशिष्ट आयतन को माप कर यथार्थ विलयन बनाने के लिए उपयोगी।
47.	सार्वत्रिक सूचक का 1 बॉक्स जिसमें 10 बुकलेट हों (2)		

48.	लाल लिटमस पत्र तथा नीला लिटमस पत्र (प्रत्येक की पाँच बुकलेट)		
49.	फोरसेप्स, स्टेनलेस स्टील लंबाई 100 mm (04)		
50.	प्लास्टिक बॉक्स 225 × 125 × 85 mm (1) 235 × 150 × 75 mm (1)		काँच की वस्तुओं को पैक करने के लिए।
51.	क्रोमेटोग्राफी जार		हुक सहित रबड़ कॉर्क लगा सोडा काँच, ऊँचाई 200 mm × व्यास 50 mm

(ख) रसायन/अभिकर्मक

1. 2, 4-डी.एन.पी.	33. कैल्सियम ऑक्साइड
2. α -नेफ्रथॉल (1-नेफ्रथॉल)	34. कोबाल्ट क्लोराइड
3. α -नेफ्रथॉल (2-नेफ्रथॉल)	35. कोबाल्ट नाइट्रेट
4. अंड एल्ब्यूमिन	36. क्लोरोफॉर्म/कार्बन टेट्रा क्लोराइड
5. अमोनियम कार्बोनेट	37. क्लोरीन जल
6. अमोनियम क्लोराइड	38. ग्लेसिएल ऐसीटिक अम्ल
7. अमोनियम सल्फेट	39. चूने का पानी
8. अमोनियम फॉस्फेट	40. जलीय पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड
9. अमोनियम ऑक्सैलेट	41. जिंक कणिकाएँ
10. अमोनियम मॉलिब्डेट	42. जिंक चूर्ण
11. अमोनियम थायोसायनेट	43. जिंक सल्फेट
12. ऑक्सैलिक अम्ल	44. टॉलेन अभिकर्मक
13. आसुत जल	45. डाइमेथिल ग्लाइऑक्सिम
14. आयरन सल्फाइड	46. डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट
15. आर्सेनिक ऑक्साइड	47. तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
16. आयोडीन विलयन	48. तनु नाइट्रिक अम्ल
17. एंड (केस्टर) ऑयल	49. तनु सल्फ्यूरिक अम्ल
18. एनिलीन	50. द्रव पैराफिन
19. एथिल एसिटेट	51. नैफ्रथैलीन
20. ऐल्कोहॉल	52. नेस्लर अभिकर्मक
21. ऐसीटिक अम्ल	53. निनहाइड्रिन
22. ऐसोटेनीलाइड	54. पार्चमेंट पेपर
23. ऐसोटेनीलाइड	55. पोटैशियम फेरीसायनाइड
24. ऐसीटोन	56. पोटैशियम आयोडेट
25. ऐसीटिल क्लोराइड	57. पोटैशियम नाइट्राइट
26. ऐल्कोहॉलिक KOH	58. पोटैशियम नाइट्रेट
27. ऐलुमिनियम क्लोराइड	59. पोटैशियम फेरोसायनाइड
28. ऐलुमिनियम सल्फेट	60. पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड
29. कॉपर चूर्ण	61. पोटैशियम हाइड्रोजन सल्फेट
30. कॉपर सल्फेट	62. पोटैशियम आयोडेट
31. कार्बन डाइसल्फाइड	63. पोटैशियम थायोसायनेट
32. कैल्सियम कार्बाइड	64. पोटैशियम क्लोराइड

65. पोटैशियम क्रोमेट	95. सान्द्र नाइट्रिक अम्ल
66. पोटैशियम डाइक्रोमेट	96. सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
67. परिशोधित स्पिरिट	97. सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल
68. फीनॉल	98. साबुन/डिटर्जेंट
69. फीनॉलफ्थेलिन	99. सार्वत्रिक सूचक विलयन/पत्र
70. फेलिंग विलयन A	100. सेरिक अमोनियम नाइट्रेट
71. फेलिंग विलयन B	101. सिल्वर नाइट्रेट
72. फॉर्मल्डीहाइड	102. सिट्रिक अम्ल
73. फेरिक क्लोराइड	103. सोडियम बाइकार्बोनेट
74. फेरस सल्फेट	104. सोडियम ब्रोमाइड
75. बेरियम क्लोराइड	105. सोडियम ऐसीटेट
76. बेनेडिक्ट विलयन	106. सोडियम क्लोराइड
77. बेन्जीन	107. सोडियम कार्बोनेट
78. बेन्जेलिडहाइड	108. सोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट
79. ब्रोमीन जल	109. सोडियम हाइपोक्लोराइट/सोडियम क्लोरेट
80. ब्यूटेन-2-ऑन (एथिल मेथिल कीटोन)	110. सोडियम हाइड्रॉक्साइड
81. मशीन का तेल	111. सोडियम हाइड्रॉक्साइड पेलेट
82. मेथेनॉल	112. सोडियम धातु
83. मोर लवण	113. सोडियम नाइट्राइट
84. मोलिश अभिकर्मक	114. सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड
85. मैंगनीज डाइऑक्साइड	115. सोडियम सल्फेट
86. मेथिल ऑरेंज	116. सोडियम सल्फाइड
87. यूरेनाइल जिंक ऐसीटेट	117. सोडियम हाइड्रोजन सल्फाइड
88. यूरिया	118. सोडियम सल्फाइड विलयन
89. रिस्सॉर्सिनॉल	119. सोडियम थायोसल्फेट
90. लिंकर अमोनिया	120. स्टेनस क्लोराइड
91. लैड ऐसीटेट	121. स्टार्च
92. लोह चूर्ण	122. शिफ अभिकर्मक
93. सरसों का तेल	123. हाइड्रोजन पॉक्साइड
94. सक्रिय चारकोल	124. हाइड्रोजन सल्फाइड

अध्याय 1)

रासायनिक पदार्थों का अभिलक्षण तथा शुद्धिकरण

प्रयोग 1.1

कार्बनिक यौगिक के क्वथनांक का निर्धारण

आवश्यक उपकरण

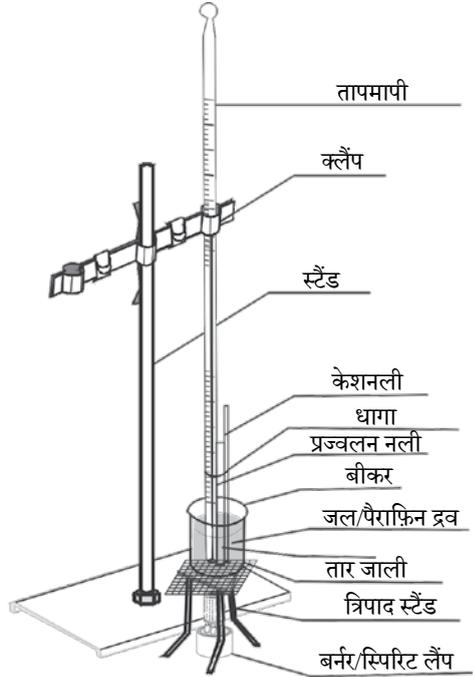
बीकर (50 mL), केशनली, प्रज्वलन नली, तापमापी, लोहे का स्टैंड (क्लैप के साथ), तार जाली, त्रिपाद स्टैंड तथा बर्नर/स्पिरिट लैंप

आवश्यक रसायन

क्वथनांक निर्धारण के लिए बेन्जीन तथा एथिल मेथिल कीटोन जैसे कार्बनिक द्रव

विधि

1. एक 50 mL काँच का बीकर लीजिए उसे आधा जल से भरिए।
2. केशनली लेकर उसका एक सिरा ज्वाला में गर्म करके बंद कीजिए।
3. प्रज्वलन नली में कुछ बूँदें कार्बनिक द्रव पदार्थ की स्थानांतरित कीजिए। प्रज्वलन नली में लिए गए द्रव में केशनली का खुला सिरा डुबोइए।
4. प्रज्वलन नली को तापमापी के साथ धागे की सहायता से इस प्रकार बाँधते हैं कि प्रज्वलन नली का निचला सिरा तापमापी के बल्ब के पास रहे।



चित्र 1.1 — क्वथनांक निर्धारण दर्शाने की व्यवस्था

5. त्रिपाद स्टैंड पर रखी तार जाली पर 50 mL बीकर को रखिए। तापमापी तथा प्रज्वलन नली को धागे की सहायता से इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि तापमापी का बल्ब तथा आधी प्रज्वलन नली जल में डुबी रहे।
6. बीकर को धीरे-धीरे गर्म कीजिए।
7. जैसे ही प्रज्वलन नली में द्रव से बुलबुलों की एक नियमित धारा बाहर आती है तापमान को नोट कीजिए।

परिणाम

1. बेन्जीन का क्वथनांक = °C
सैद्धांतिक मान = 78°C
2. एथिल मेथिल कीटोन का क्वथनांक = °C
सैद्धांतिक मान = 80°C

सावधानी

तापमापी को बीकर में इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि इसका बल्ब तथा प्रज्वलन नली बीकर को स्पर्श न करे।

नोट

यदि द्रव का क्वथनांक 95°C से अधिक हो तो बीकर में पानी के स्थान पर द्रव पैराफिन लीजिए।

प्रयोग 1.2

कार्बनिक यौगिक के गलनांक का निर्धारण

आवश्यक उपकरण

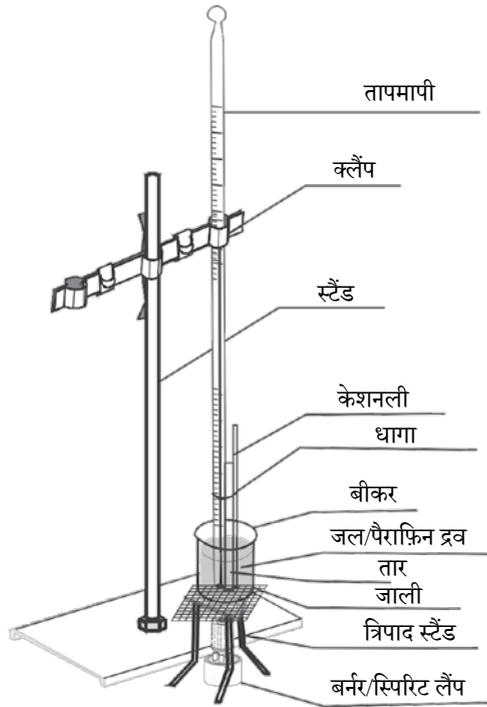
बीकर (50 mL), केशनली, तापमापी, लोहे का स्टैंड (क्लैप के साथ), त्रिपाद स्टैंड, तार जाली तथा बर्नर/स्पिरिट लैंप

आवश्यक रसायन

कार्बनिक यौगिक, जैसे — नेफ्थलीन, बेन्जोइक अम्ल आदि

विधि

1. एक केशनली लीजिए तथा उसका एक सिरा ज्वाला पर गर्म करके बंद कर दीजिए।
2. टाइल पर कार्बनिक पदार्थ जैसे नेफ्थलीन को लेकर उसे सूक्ष्म चूर्ण के रूप में पीसिए।
3. अँगुली तथा अँगूठे के बीच केशनली का बंद सिरा पकड़िए। अब इसके खुले सिरे से चूर्णित कार्बनिक पदार्थ को प्रवेश कराएँ। केशनली को धीरे-धीरे टेबल पर थपथपाएँ जिससे यौगिक लगभग 1–2 cm लंबाई तक भर जाए। केशनली को तापमापी के साथ इस प्रकार से बांधिए कि इसका निचला सिरा तापमापी के बल्ब के समान स्तर पर रहे।



चित्र 1.2 — गलनांक निर्धारण दर्शाने की व्यवस्था

4. 50 mL का बीकर लीजिए। इसे पानी से आधा भरिए तथा इसे त्रिपाद स्टैंड पर रखी तार जाली पर रखिए।
5. बीकर में रखे जल में तापमापी को केशनली के साथ इस प्रकार क्लैप कीजिए, जिससे तापमापी का बल्ब तथा केशनली का कार्बनिक पदार्थ युक्त हिस्सा पानी में डुबा रहे। बीकर को धीरे-धीरे गर्म कीजिए।
6. जैसे ही पदार्थ पिघलने लगे, तापमान नोट कीजिए।

परिणाम

यौगिक का गलनांक = °C

सैद्धांतिक मान, बेन्ज़ोइक अम्ल का गलनांक = 121°C

नैफ़थलीन का गलनांक = 80°C

सावधानियाँ

1. केशनली के पदार्थ को दृढ़तापूर्वक पैक कीजिए।
2. बीकर में तापमापी को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए, जिससे इसका बल्ब तथा केशनली बीकर को स्पर्श न करे।

नोट

यदि यौगिक का गलनांक 95°C से अधिक हो तो बीकर में पानी के स्थान पर द्रव पैराफ़िन का उपयोग कीजिए।

प्रयोग 1.3

क्रिस्टलीकरण के द्वारा यौगिक का शुद्धिकरण

आवश्यक उपकरण

दो बीकर (50 mL), वॉच ग्लास, निस्पंदन इकाई तथा बर्नर/स्परिट लैंप

आवश्यक रसायन

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ तथा तनु H_2SO_4

विधि

1. 1 g अपरिष्कृत कॉपर सल्फेट को लगभग 10 mL जल में घोलकर एक स्वच्छ विलयन तैयार कीजिए। 1-2 बूँदें तनु H_2SO_4 की मिलाइए।
2. संतृप्त बिंदु आने तक विलयन को गर्म कीजिए। चित्र 1.3 — कॉपर सल्फेट क्रिस्टल के विरचन को दर्शाने की व्यवस्था काँच की छड़ का एक सिरा गर्म विलयन में डुबोकर इसे जाँचिए। इसे बाहर निकाल लीजिए तथा अपने मुँह से इस सिरे पर फूँक भरिए। इसमें छोटे क्रिस्टल दिखाई देने चाहिए, यदि नहीं, तो विलयन को पुनः गर्म कीजिए।
3. सूक्ष्म कीप में व्यवस्थित रुई से गर्म विलयन को निस्पंदित कीजिए।
4. विलयन को निस्पंदन इकाई से अन्य बीकर में स्थानांतरित कीजिए। इसे कुछ घंटों तक धीरे-धीरे ठंडा होने दीजिए। क्रिस्टल दिखाई देंगे।
5. निस्पंदन कर जल की न्यूनतम मात्रा के साथ धोइए तथा क्रिस्टल को सुखाइए।
6. क्रिस्टल को तोलिए तथा वजन को रिपोर्ट कीजिए।



चित्र 1.3 — कॉपर सल्फेट क्रिस्टल के विरचन को दर्शाने की व्यवस्था

परिणाम

प्राप्त क्रिस्टल का द्रव्यमान g है।

नोट

1. कॉपर सल्फ़ेट विलयन के जल अपघटन को रोकने के लिए H_2SO_4 मिलाइए।
2. प्रक्रिया का अनुसरण करते हुए फिटकरी, बेन्जोइक अम्ल तथा आयरन सल्फ़ेट का क्रिस्टलीकरण कीजिए। पदार्थ की मात्राएँ निम्नानुसार आवश्यक हैं—
 - क. फेरस सल्फ़ेट के शुद्धिकरण के लिए $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ नमूने का 0.5 g लीजिए + तनु H_2SO_4 की 3 बूँदें + 3 mL H_2O
 - ख. फिटकरी के शुद्धिकरण के लिए, 1 g फिटकरी का नमूना + तनु H_2SO_4 की 2 बूँदें + 5 mL H_2O
 - ग. बेन्जोइक अम्ल के शुद्धिकरण के लिए बेन्जोइक अम्ल का लगभग 0.5 g लीजिए + 8 mL H_2O

अध्याय 2)

आयतनमितीय विश्लेषण

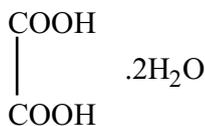
प्रयोग 2.1

0.1 M ऑक्सैलिक अम्ल का मानक विलयन तैयार करना

सिद्धांत

प्राथमिक तथा द्वितीयक मानक

मानक विलयन वह है जिसकी सांद्रता यथार्थ रूप से ज्ञात हो। अम्ल या क्षारक के विलयन की अज्ञात सांद्रता का निर्धारण अम्ल या क्षारक के मानक विलयन के साथ आयतनी विश्लेषण से करते हैं। मानक विलयन की सांद्रता को व्यक्त करने की कई विधियाँ हैं। मानक विलयन की सांद्रता को सामान्यतः मोल प्रति लीटर (मोलरता) में व्यक्त करते हैं। उदाहरणार्थ, ऑक्सैलिक अम्ल के मानक विलयन का उपयोग किसी अज्ञात क्षारक विलयन की सांद्रता ज्ञात करने में कर सकते हैं। जलयोजित (हाइड्रेटेड) क्रिस्टलीय ऑक्सैलिक अम्ल का सूत्र —



तथा इसका मोलर द्रव्यमान 126 g mol^{-1} है। यदि 126 g ऑक्सैलिक अम्ल एक लीटर विलयन में उपस्थित है तो यह एक मोलर (1.0 M) विलयन कहलाता है।

$\frac{\text{M}}{20}$ ऑक्सैलिक अम्ल का 10 mL विलयन तैयार करने के लिए हमें

$$\frac{126 \text{ g} \times 10 \text{ mL}}{20 \times 1000} = 0.063 \text{ g ऑक्सैलिक अम्ल आवश्यक है।}$$

आवश्यक उपकरण

आयतनी फ्लास्क (10 mL), फनल, वॉच ग्लास, धावन बोतल, तुला तथा स्पैचुला

आवश्यक रसायन

ऑक्सैलिक अम्ल $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

कार्यविधि

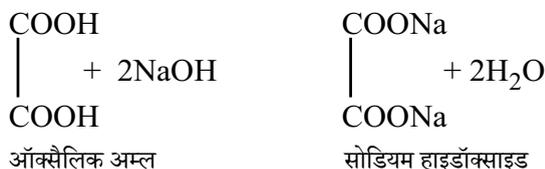
1. स्वच्छ व शुष्क वॉच ग्लास को सही-सही (यथार्थ रूप) तोलिए।
2. वॉच ग्लास पर 0.063 g ऑक्सैलिक अम्ल तोलिए।
3. वॉच ग्लास से ऑक्सैलिक अम्ल को सावधानीपूर्वक स्वच्छ आयतनमितीय फ़्लास्क में फनल की सहायता से स्थानांतरित कीजिए। वॉच ग्लास तथा फनल को कई बार आसुत जल से धोइए। फनल को धोते समय जल को थोड़ी-थोड़ी मात्रा में मिलाइए।
4. आयतनमितीय फ़्लास्क को तब तक हिलाइए जब तक कि ठोस ऑक्सैलिक अम्ल पूर्णतया विलेय न हो जाए। आसुत जल से आयतनमितीय फ़्लास्क को अंकित चिह्न तक भरिए।
5. आयतनमितीय फ़्लास्क के मुख से फनल को हटाइए। फ़्लास्क के मुख को दृढ़तापूर्वक डाट (स्टोपर) से बंद कीजिए तथा घटकों को विलयन बनाने के लिए अच्छी तरह हिलाइए।

प्रयोग 2.2

मानक ऑक्सैलिक अम्ल के साथ अनुमापन करते हुए दिए गए सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन का सामर्थ्य ज्ञात कीजिए

सिद्धांत

ऑक्सैलिक अम्ल (दुर्बल अम्ल) को सोडियम हाइड्रॉक्साइड (प्रबल क्षारक) के साथ अनुमापन में निम्नलिखित अभिक्रियाएँ होती हैं —



इस अनुमापन में फीनॉलफ्रथैलीन का उपयोग सूचक के रूप में करते हैं। अज्ञात विलयन की सांद्रता g L^{-1} में ज्ञात करते हैं। विलयन की मोलरता निम्नलिखित सूत्र का उपयोग करके ज्ञात कर सकते हैं —

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$$

जहाँ a_1 , M_1 और V_1 उपयोग में आने वाले ऑक्सैलिक अम्ल की क्रमशः क्षारकता, मोलरता तथा आयतन है तथा a_2 , M_2 तथा V_2 अनुमापन के लिए उपयोग में आने वाले NaOH की क्रमशः अम्लता, मोलरता तथा आयतन है।

पदार्थ के एक सूत्र इकाई से किसी अम्ल की क्षारकता प्रतिस्थापनीय H^+ आयन की संख्या तथा क्षारक की अम्लता प्रतिस्थापनीय OH^- आयन की संख्या होती है।

आवश्यक उपकरण

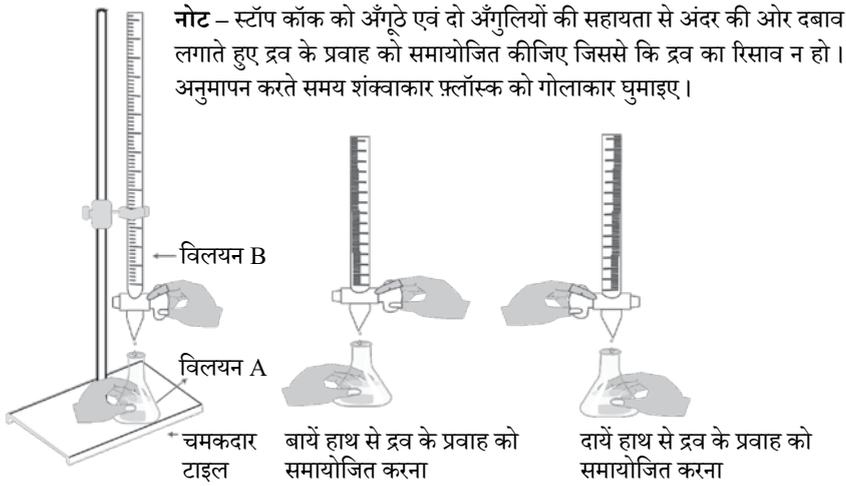
दो ब्यूरेट (5 mL), शंक्वाकार फ़्लास्क, बीकर (10 mL), चमकदार (ग्लेज़्ड) टाइल, दो तरफ वाला क्लैप और मानक आयतनमितीय फ़्लास्क (10 mL)

आवश्यक रसायन

ऑक्सैलिक अम्ल का 0.05 M मानक विलयन, लगभग 0.10 M सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन तथा फीनॉलफ्रथैलीन

कार्यविधि

1. 5 mL की दो ब्यूरेट लीजिए तथा आसुत जल से धोइए।
2. प्रथम ब्यूरेट को खँगालिए तथा 0.05 M ऑक्सैलिक अम्ल विलयन से भरिए।
द्वितीय ब्यूरेट को खँगालिए तथा 0.10 M सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन से भरिए।
3. दोनों ब्यूरेट में से विलयन को गुजारकर वायु के बुलबुले हटाइए।
4. विलयन के स्तर को शून्य चिह्न तक समायोजित कीजिए।
5. सूक्ष्म शंक्वाकार फ़्लास्क (अनुमापन फ़्लास्क) में प्रथम ब्यूरेट से ऑक्सैलिक अम्ल के विलयन (V_1) का 2 mL डल्लिए उसके बाद हैं, इसमें 1-2 बूँद फीनॉलफ़थैलीन सूचक की डल्लिए।
6. अब अनुमापन फ़्लास्क को लगातार हिलाते हुए दूसरी ब्यूरेट से NaOH विलयन को बूँद-बूँद करके मिलाइए।
7. इस प्रक्रम को निरंतर तब तक कीजिए जब तक NaOH की अधिकता के कारण स्थायी गुलाबी रंग न आ जाए। (फीनॉलफ़थैलीन क्षारीय माध्यम में गुलाबी तथा अम्लीय माध्यम में रंगहीन हो जाता है)। सारणी में इस पाठ्यांक को V_2 के रूप में रिकॉर्ड कीजिए।
8. अनुमापन फ़्लास्क में प्रथम ब्यूरेट से ऑक्सैलिक अम्ल का 0.5 mL विलयन बिना कोई सूचक के मिलाए।
9. पूर्व की भाँति इसका NaOH विलयन के साथ अनुमापन कीजिए। द्वितीय पाठ्यांक के रूप में इसे सारणी में अंतिम आयतन V_2 के रूप में रिकॉर्ड कीजिए।
10. ऑक्सैलिक अम्ल विलयन को 0.5 mL बढ़ाते हुए तथा NaOH विलयन के साथ अनुमापन करते हुए 5-6 पाठ्यांक लीजिए।

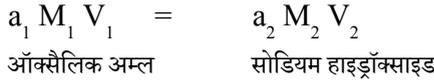


चित्र 2.1 — विलयन का अनुमापन

सारणी 2.1

क्र.सं.	ऑक्सैलिक अम्ल का आयतन mL में (V_1)	NaOH का आयतन mL में (V_2)	NaOH की मोलरता $M_2 = \frac{a_1 M_1 V_1}{a_2 V_2}$
1.	2.0		
2.	2.5		
3.	3.0		
4.	3.5		
5.	4.0		
6.	4.5		
7.	5.0		
			औसत मोलरता =

गणना



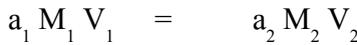
जहाँ M_1 तथा V_1 ऑक्सैलिक अम्ल के विलयन की क्रमशः मोलरता तथा आयतन है। M_2 तथा V_2 सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की क्रमशः मोलरता तथा आयतन है। a_1 तथा a_2 क्रमशः ऑक्सैलिक अम्ल की क्षारकता तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड की अम्लता है। इस अवस्था में $a_1 = 2$ तथा $a_2 = 1$ है।

निम्नलिखित समीकरण का उपयोग करते हुए सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की सांद्रता $g L^{-1}$ में ज्ञात कीजिए।

सांद्रता (सामर्थ्य) = (औसत मोलरता × मोलर द्रव्यमान) $g L^{-1}$

गणना की वैकल्पिक विधि

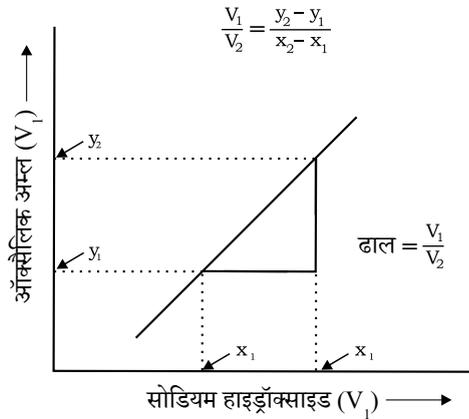
मिलाए गए NaOH के आयतन तथा लिए गए ऑक्सैलिक अम्ल के आयतन के मध्य ग्राफ़ खींचिए। यह एक सीधी रेखा होगी —



या
$$M_2 = \frac{a_1 M_1}{a_2} \times \frac{V_1}{V_2}$$

चूँकि $\frac{V_1}{V_2}$ को ग्राफ़ से ज्ञात कर सकते हैं (चित्र 2.2), M_2 की गणना भी कर सकते हैं।

पूर्व में औसत गणना विधि से प्राप्त परिणामों की तुलना में ग्राफीय विधि से प्राप्त परिणाम अधिक यथार्थ होते हैं।



चित्र — 2.2

परिणाम

दिए गए NaOH विलयन की सामर्थ्य $g L^{-1}$ है।

सावधानियाँ

1. ब्यूरेट को सदैव उसमें लिए जाने वाले विलयन से खँगालिए।
2. सभी रंगहीन विलयनों के लिए निचले मेनिस्कस को तथा सभी रंगीन विलयनों के लिए ऊपरी मेनिस्कस को पढ़िए।
3. ब्यूरेट के पाठ्यांक को पढ़ने के लिए आँखों को मेनिस्कस के समानांतर रखिए।
4. विलयन की सांद्रता (सामर्थ्य) की दशमलव के दो स्थानों तक गणना कीजिए।
5. ब्यूरेट से विलयन को गुजारते हुए हवा के बुलबुलों को हटाइए।
6. अनुमापन में लिए गए विलयन से कभी भी शंक्वाकार फ़्लास्क को नहीं खँगालिए अन्यथा विलयन का आयतन परिवर्तित हो जाएगा।

प्रयोग 2.3

0.05 M Na_2CO_3 का मानक विलयन तैयार करना

सिद्धांत

सोडियम कार्बोनेट एक प्राथमिक मानक है। अतः इसका मानक विलयन सीधा तोलकर तथा जल के एक निश्चित आयतन में घोलकर बनाया जा सकता है।

निर्जल Na_2CO_3 का मोलर द्रव्यमान = 106 g mol^{-1}

$$\text{मोलरता} = \frac{\text{द्रव्य मान} \times 1000}{\text{मोलर द्रव्यमान} \times \text{आयतन (mL)}}$$

अतः निर्जल Na_2CO_3 के M/20 के 10 mL विलयन को तैयार करने हेतु Na_2CO_3 का आवश्यक द्रव्यमान

$$= \frac{106}{20} \times \frac{10}{1000} = 0.053 \text{ g}$$

आवश्यक उपकरण

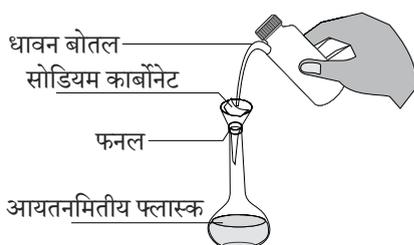
10 mL का आयतनमितीय फ्लास्क, वॉच ग्लास, धावन बोतल तथा तुला

आवश्यक रसायन

निर्जल सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3)

कार्यविधि

1. एक स्वच्छ एवं शुष्क वॉच ग्लास को सही-सही तोलिए।
2. वॉच ग्लास का उपयोग करते हुए Na_2CO_3 का 0.053 g तोलिए।



चित्र 2.3 — सोडियम कार्बोनेट का मानक विलयन बनाना

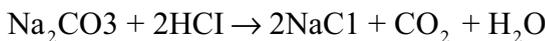
3. स्वच्छ एवं शुष्क मापक फ़्लास्क में फनल का उपयोग करते हुए सावधानीपूर्वक वॉच ग्लास से Na_2CO_3 को स्थानान्तरित कीजिए। आसुत जल से फनल तथा वॉच ग्लास को भली-भाँति धोइए। फनल को धोते समय जल की अल्प मात्रा मिलाइए।
4. ठोस Na_2CO_3 को पूर्णतया घुलने तक मापक फ़्लास्क को गोल-गोल घुमाइए। मापक फ़्लास्क को चिह्न तक आसुत जल से भरिए।
5. मापक फ़्लास्क के मुख से फनल को हटाइए तथा मुख को स्टोपर (डाट) लगाकर बंद कर दीजिए। विलयन बनाने के लिए घटकों को तेजी से हिलाइए।

प्रयोग 2.4

दिए गए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन को Na_2CO_3 के मानक विलयन के साथ अनुमापन कर इसकी सामर्थ्य ज्ञात करना

सिद्धांत

अनुमापन में निम्नलिखित अभिक्रिया होती है—



इस अनुमापन में मेथिल ऑरेंज को सूचक के रूप में उपयोग करते हैं। अम्ल द्वारा उत्पन्न प्रोटॉन, सोडियम कार्बोनेट द्वारा उदासीन होता है। जब संपूर्ण सोडियम कार्बोनेट विलयन उदासीन हो जाता है तो अम्ल की मिलाई गई एक और अतिरिक्त बूँद लाल नारंगी रंग उत्पन्न करती है जो अंतिम बिंदु है। अज्ञात विलयन की सांद्रता (सामर्थ्य) g L^{-1} में ज्ञात की जाती है। यह विलयन की मोलरता से निम्नलिखित समीकरण द्वारा ज्ञात की जाती है—

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$$

जहाँ, a_1 व a_2 क्रमशः क्षारक की अम्लता व अम्ल की क्षारकता है। क्षारक तथा अम्ल की मोलरता व आयतन क्रमशः M_1 तथा M_2 , V_1 तथा V_2 है जोकि एक-दूसरे को उदासीन करते हैं।

आवश्यक उपकरण

दो ब्यूरेट (5 mL), दो शंक्वाकार फ्लास्क, ग्लेज़्ड टाइल तथा मानक मापक फ्लास्क/ आयतनमितीय फ्लास्क (10 mL)

आवश्यक रसायन

सोडियम कार्बोनेट का 0.05 M का मानक विलयन, HCl विलयन का 0.1 M विलयन (लगभग) तथा मेथिल ऑरेंज विलयन

कार्यविधि

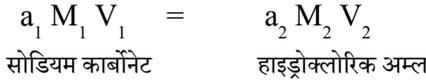
1. ब्यूरेटों को आसुत जल से अच्छी प्रकार धोइए।
2. प्रथम ब्यूरेट को खँगालिए तथा सोडियम कार्बोनेट के मानक विलयन से भरिए। विलयन के तल को शून्य चिह्न तक व्यवस्थित कीजिए। इस विलयन

- के 2 mL (V_1) को शंक्वाकार फ़्लास्क में (अनुमापन फ़्लास्क) लीजिए तथा इसमें मेथिल ऑरेंज सूचक की 2–3 बूँदें डालिए।
- दूसरे ब्यूरेट को खँगालिए तथा दिए गए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन से भरिए। विलयन के तल को शून्य चिह्न तक व्यवस्थित कीजिए।
 - लगातार हिलाते हुए अनुमापन फ़्लास्क में दूसरे ब्यूरेट से HCl विलयन को बूँद-बूँद करके मिलाइए।
 - इस प्रक्रम को सूचक के रंग के लाल-नारंगी होने तक लगातार करिए। सारणी में इस पाठ्यांक को V_2 के रूप में लिखिए।
 - किसी सूचक को मिलाए बिना प्रथम ब्यूरेट से अनुमापन फ़्लास्क में 0.5 mL Na_2CO_3 का विलयन और मिलाइए (सारणी में 2.5 mL को V_1 रिकॉर्ड कीजिए) विलयन का रंग पीला हो जाता है।
 - इसे पूर्व की भाँति ब्यूरेट के HCl विलयन के साथ अनुमापित कीजिए। सारणी में अंतिम पाठ्यांक V_2 रिकॉर्ड कीजिए।
 - Na_2CO_3 के विलयन में 0.5 mL की वृद्धि करते हुए एवं HCl विलयन के साथ अनुमापन करते हुए 5–7 पाठ्यांक लीजिए।

सारणी 2.2 — सोडियम कार्बोनेट के विलयन के साथ हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का अनुमापन

क्र.सं.	Na_2CO_3 का आयतन mL में (V_1)	HCl का आयतन mL में (V_2)	HCl की मोलरता $M_2 = \frac{a_1 M_1 V_1}{a_2 V_2}$
1.	2.0		
2.	2.5		
3.	3.0		
4.	3.5		
5.	4.0		
6.	4.5		
7.	5.0		
	औसत मोलरता =		

गणना



जहाँ M_1 तथा V_1 सोडियम कार्बोनेट के विलयन की क्रमशः मोलरता तथा आयतन है। M_2 तथा V_2 हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विलयन की क्रमशः मोलरता तथा आयतन है।

सोडियम कार्बोनेट की अम्लता तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की क्षारकता क्रमशः a_1 तथा a_2 है। इस अवस्था में $a_1 = 2$ तथा $a_2 = 1$ है।

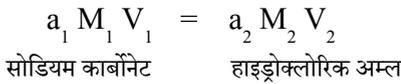
सोडियम कार्बोनेट का मोलर द्रव्यमान = 106 g mol^{-1} तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का मोलर द्रव्यमान = 36.5 g mol^{-1} ।

औसत मोलरता ज्ञात कीजिए। नीचे दिए गए समीकरण का उपयोग करते हुए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की सामर्थ्य g L^{-1} में ज्ञात कीजिए।

$$\text{सामर्थ्य} = \text{औसत मोलरता} \times \text{मोलर द्रव्यमान } \text{g L}^{-1}$$

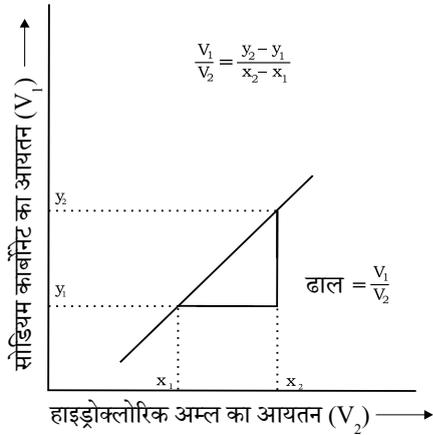
गणना के लिए वैकल्पिक विधि

लिए गए सोडियम कार्बोनेट के विलयन के आयतन तथा मिलाए गए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के आयतन के मध्य ग्राफ़ खींचिए। यह सीधी रेखा प्राप्त होगी।



$$\text{या } M_2 = \frac{a_1 M_1}{a_2} \times \frac{V_1}{V_2}$$

ग्राफ़ (चित्र 2.4) से $\frac{V_1}{V_2}$ ज्ञात होने पर M_2 की गणना की जा सकती है। ग्राफीय विधि से प्राप्त परिणाम पूर्व की औसत गणनाओं की तुलना में अधिक यथार्थ होते हैं।



चित्र — 2.4

परिणाम

दिए गए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के विलयन की सामर्थ्य g L⁻¹ है।

सावधानियाँ

1. ब्यूरेट को सदैव उन्हीं विलयनों से खँगालना चाहिए जो उनमें उपयोग करने हों।
2. सभी रंगहीन विलयनों के लिए हमेशा निम्न मेनिस्कस को पढ़ना चाहिए।
3. ब्यूरेट के पाठ्यांक को नोट करने के लिए आँखों को मेनिस्कस के समानांतर रखना चाहिए।
4. विलयन की सामर्थ्य दशमलव के दूसरे स्थान तक ज्ञात की जानी चाहिए।
5. यदि बुलबुले उपस्थित हों तो ब्यूरेट से विलयन को गुजारकर उन्हें हटाना चाहिए।
6. शंक्वाकार फ्लास्क को कभी भी उस विलयन से नहीं खँगालना चाहिए जिसे अनुमापन में इसमें लिया जाना है अन्यथा विलयन का आयतन परिवर्तित हो जाता है।

उपापचयी (रिडॉक्स) अनुमापन

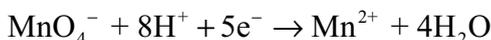
ऑक्सीकरण व अपचयन अभिक्रियाओं में एक स्पीशीज़ से अन्य पर इलैक्ट्रॉन स्थानांतरित होते हैं। पदार्थ के ऑक्सीकरण में स्पीशीज़ से इलैक्ट्रॉन निकल जाते हैं तथा अपचयन में स्पीशीज़ द्वारा इलैक्ट्रॉन ग्रहण किए जाते हैं। ऑक्सीकरण व अपचयन अभिक्रियाएँ साथ-साथ होती हैं इसीलिए ये उपापचयन (रिडॉक्स) अभिक्रियाएँ कहलाती हैं। वे अनुमापन जिनमें उपापचयन अभिक्रियाएँ होती हैं उपापचयी अनुमापन कहलाते हैं। आप जानते हैं कि अम्ल-क्षारक अनुमापन में, अंतिम बिंदु को नोट करने के लिए वे सूचक उपयोग में लिए जाते हैं जो pH संवेदी हों। साथ ही, उपापचयी अनुमापन में तंत्र का इलैक्ट्रॉड विभव परिवर्तित होता है। उपापचयन अभिक्रियाओं में प्रयुक्त सूचक इलैक्ट्रॉड विभव संवेदी होते हैं। आदर्श ऑक्सीकरण-अपचयन सूचकों के इलैक्ट्रॉड विभव के मान अनुमापन किए जा रहे विलयन एवं अनुमापक विलयन के मानों के मध्य होते हैं। ये मान अत्यंत शीघ्रता से संसूचनीय रंग परिवर्तन दर्शाते हैं।

प्रयोग 2.5

0.05 M ऑक्सैलिक अम्ल के मानक विलयन से अनुमापन के द्वारा KMnO_4 विलयन की सामर्थ्य/मोलरता ज्ञात करना

सिद्धांत

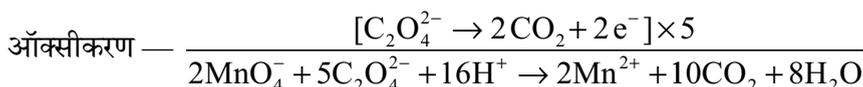
इस प्रयोग में KMnO_4 अम्लीय माध्यम में प्रबल ऑक्सीकारक की तरह कार्य करता है। KMnO_4 की अम्लीय माध्यम में ऑक्सीकरण अभिक्रिया को निम्नलिखित समीकरण द्वारा दर्शाया जाता है—



इस अनुमापन में अम्ल के रूप में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल का उपयोग करते हैं। ऑक्सीकारक होने के कारण नाइट्रिक अम्ल का उपयोग नहीं करते हैं तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का भी उपयोग नहीं करते हैं, क्योंकि यह निम्नलिखित अभिक्रिया द्वारा KMnO_4 से अभिक्रिया कर Cl_2 का निर्माण करता है जो स्वयं जलीय माध्यम में एक ऑक्सीकारक है।



चूँकि, ऑक्सैलिक अम्ल एक अपचायक है अतः इसका उपयोग अम्लीय माध्यम में KMnO_4 के साथ अनुमापन हेतु किया जाता है जिसमें निम्नलिखित अभिक्रियाएँ सम्मिलित हैं—



इन अभिक्रियाओं में MnO_4^- का Mn^{2+} में अपचयन तथा $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ का CO_2 में ऑक्सीकरण होता है। $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ में कार्बन का ऑक्सीकरण अंक +3 से +4 में जबकि मैंगनीज का ऑक्सीकरण अंक +7 से +2 में परिवर्तित होता है। इस अनुमापन में पोटैशियम परमैंगनेट स्वयं सूचक के रूप में कार्य करता है। प्रारंभ में ऑक्सैलिक अम्ल द्वारा पोटैशियम परमैंगनेट का अपचयन होने के कारण उसका रंग उड़ जाता है। ऑक्सैलेट आयन के पूर्ण उपभोग होने के पश्चात् थोड़ा सा अनभिक्रित पोटैशियम परमैंगनेट मिलाने पर हलके गुलाबी रंग का उत्पन्न होना अंतिम बिंदु को दर्शाता है। साथ ही अनुमापन के

दौरान ऑक्सैलिक अम्ल के विलयन को तनु H_2SO_4 के साथ ($50-60^\circ C$ तक) गर्म करने की आवश्यकता होती है। यह इसलिए आवश्यक है, क्योंकि कमरे के ताप पर अभिक्रिया बहुत मंद गति से होती है। अनुमापन के दौरान Mn^{2+} आयन बनते हैं, जो कि ऑक्सैलिक अम्ल द्वारा $KMnO_4$ के अपचयन की अभिक्रिया में उत्प्रेरक का कार्य करते हैं। इसीलिए अम्लीय विलयन को केवल प्रारंभ में ही गर्म करने की आवश्यकता होती है।

आवश्यक उपकरण

दो ब्यूरेट (5 mL), दो शंक्वाकार फ़्लास्क, वॉश-बोतल तथा मापक सिलिंडर

आवश्यक रसायन

ऑक्सैलिक अम्ल, पोटैशियम परमैंगनेट तथा तनु सल्फ्यूरिक अम्ल

कार्यविधि

1. 0.05 M ऑक्सैलिक अम्ल का मानक विलयन तैयार करना

0.05 M ऑक्सैलिक अम्ल का मानक विलयन पूर्व प्रयोग 2.1 की भाँति करिए।

2. ऑक्सैलिक अम्ल विलयन द्वारा पोटैशियम परमैंगनेट विलयन का अनुमापन

- आसुत जल से ब्यूरेट को धोइए।
- खँगालने के पश्चात् प्रथम ब्यूरेट में ऑक्सैलिक अम्ल का मानक विलयन तथा द्वितीय ब्यूरेट में पोटैशियम परमैंगनेट का विलयन भरिए।
- विलयन के स्तर को शून्य पाठ्यांक पर ऑक्सैलिक अम्ल के लिए निचले तथा पोटैशियम परमैंगनेट के लिए ऊपरी मेनिस्कस पर स्थिर कीजिए।
- अब अनुमापन फ़्लास्क (शंक्वाकार फ़्लास्क) में ब्यूरेट की सहायता से 2 mL ऑक्सैलिक अम्ल लीजिए। इस पाठ्यांक को प्रेक्षण सारणी में V_1 के रूप में अंकित करिए।
- अब इस अनुमापन फ़्लास्क में 2 mL तनु H_2SO_4 मिलाकर इस मिश्रण को $50-60^\circ C$ तक गर्म करिए।
- लगातार हिलाते हुए अनुमापन फ़्लास्क में ब्यूरेट से $KMnO_4$ विलयन बूँद-बूँद करके मिलाए।

- (vii) स्थायी गुलाबी रंग आने तक इस प्रक्रम को लगातार करिए। प्रेक्षण सारणी में इस पाठ्यांक को V_2 अंकित करिए।
- (viii) प्रथम ब्यूरेट की सहायता से 0.5 mL अतिरिक्त ऑक्सैलिक अम्ल का विलयन अनुमापन फ्लास्क में मिलाइए (सारणी में 2.5 mL को V_1 अंकित करिए)। विलयन रंगहीन हो जाता है।
- (ix) पूर्व की भाँति इसे KMnO_4 विलयन के साथ अनुमापित कीजिए। पूर्व के आयतन की निरंतरता में अंतिम आयतन का पाठ्यांक लीजिए।
- (x) ऑक्सैलिक अम्ल के विलयन में 0.5 mL की वृद्धि करते हुए एवं KMnO_4 विलयन के साथ अनुमापन करते हुए 5–7 पाठ्यांक लीजिए।

सारणी 2.3 — मानक ऑक्सैलिक अम्ल के विलयन के साथ पोटैशियम परमैंगनेट के विलयन का अनुमापन

क्र.सं.	ऑक्सैलिक अम्ल का आयतन mL में (V_1)	KMnO_4 का आयतन mL में (V_2)	पोटैशियम परमैंगनेट की मोलरता
1.	2.0		
2.	2.5		
3.	3.0		
4.	3.5		
5.	4.0		
6.	4.5		
7.	5.0		
औसत मोलरता =			

गणना

मोलरता के पदों में अज्ञात विलयन की सामर्थ्य निम्नलिखित समीकरण द्वारा ज्ञात करते हैं—

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$$

ऑक्सैलिक अम्ल पोटैशियम परमैंगनेट

$a_1 = 2$ (संतुलित समीकरण में ऑक्सैलिक अम्ल की प्रत्येक सूत्र इकाई द्वारा त्यागे गए e^- की संख्या)

$a_2 = 5$ (संतुलित समीकरण में पोटैशियम परमैंगनेट की प्रत्येक सूत्र इकाई द्वारा ग्रहण किए गए e^- की संख्या)

ऑक्सैलिक अम्ल तथा पोटैशियम परमैंगनेट की मोलरता क्रमशः M_1 तथा M_2 तथा आयतन क्रमशः V_1 तथा V_2 है।

समीकरण में a_1 तथा a_2 का मान रखने पर —

ऑक्सैलिक अम्ल पोटैशियम परमैंगनेट

$$2 M_1 V_1 = 5 M_2 V_2$$

दिए गए पोटैशियम परमैंगनेट विलयन की मोलरता (M_2)

$$M_2 = \frac{a_1 M_1}{a_2} \times \frac{V_1}{V_2} = \frac{2M_1 V_1}{5V_2}$$

$KMnO_4$ विलयन की सामर्थ्य निम्नलिखित समीकरण द्वारा दी जाती है —

सामर्थ्य = औसत मोलरता \times मोलर द्रव्यमान $g L^{-1}$

($KMnO_4$ का मोलर द्रव्यमान = $158 g mol^{-1}$)

औसत मोलरता की गणना करें।

गणना की वैकल्पिक विधि

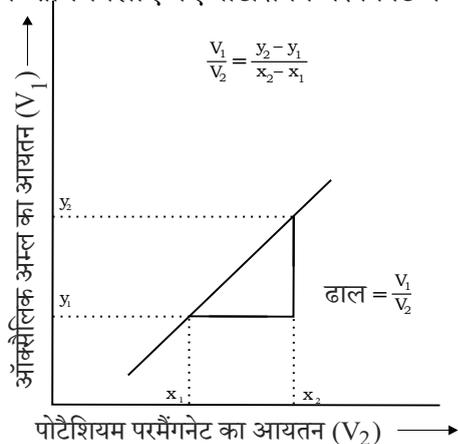
लिए गए ऑक्सैलिक अम्ल के आयतन के साथ मिलाए गए पोटैशियम परमैंगनेट के आयतन के मध्य ग्राफ़ खींचिए। यह सीधी रेखा होगा।

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$$

ऑक्सैलिक अम्ल पोटैशियम परमैंगनेट

$$या \quad M_2 = \frac{a_1 M_1}{a_2} \times \frac{V_1}{V_2}$$

ग्राफ़ (चित्र 2.5) से $\frac{V_1}{V_2}$ ज्ञात होने पर M_2 की गणना की जा सकती है।



चित्र — 2.5

परिणाम

KMnO_4 विलयन की मोलरता M

KMnO_4 विलयन की सामर्थ्य g L^{-1}

सावधानियाँ

1. ब्यूरेट को सदैव उन्हीं विलयनों से खँगालना चाहिए जो उपयोग में लिए जाने हैं।
2. सदैव रंगहीन विलयनों के लिए निचले तथा रंगीन विलयनों के लिए ऊपरी मेनिस्कस को पढ़ना चाहिए।
3. ब्यूरेट के पाठ्यांक को नोट करने के लिए आँखों को मेनिस्कस के समानांतर रखना चाहिए।
4. दशमलव के दूसरे स्थान तक विलयन की सामर्थ्य ज्ञात की जानी चाहिए।
5. पोटैशियम परमैंगनेट के साथ अनुमापन करने से पहले ऑक्सैलिक अम्ल तथा H_2SO_4 के मिश्रण को $50-60^\circ\text{C}$ तक गर्म कर लेना चाहिए।

नोट

प्रारंभ में मैंगनीज सल्फेट की 4-5 बूँदें मिलाकर ऑक्सैलिक अम्ल तथा सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण को गर्म करने से बचाया जा सकता है, क्योंकि MnSO_4 के Mn^{2+} उत्प्रेरक की भाँति व्यवहार करते हैं।

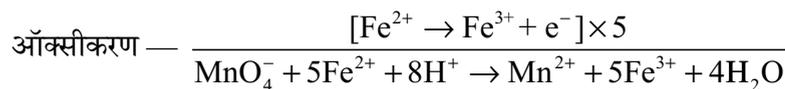
प्रयोग 2.6

फेरस अमोनियम सल्फेट (मोर लवण) के मानक विलयन के साथ अनुमापन द्वारा KMnO_4 के विलयन की सामर्थ्य या मोलरता ज्ञात करना

सिद्धांत

ऑक्सैलिक अम्ल के समान फेरस अमोनियम सल्फेट भी पोटैशियम परमैंगनेट के साथ अनुमापन में अपचायक के रूप में कार्य करता है। इनके मध्य होने वाली अभिक्रिया नीचे दी गई है।

आयनिक अभिक्रिया



मोर लवण में आयरन का ऑक्सीकरण अंक +2 है। अभिक्रिया के दौरान आयरन ऑक्सीकृत होता है तथा इसका ऑक्सीकरण अंक +2 से +3 हो जाता है तथा MnO_4^- में मँगनीज का +7 से +2 हो जाता है। इस अनुमापन में फेरस अमोनियम सल्फेट के विलयन को गर्म करना आवश्यक नहीं है, क्योंकि कमरे के ताप पर अभिक्रिया की दर बहुत उच्च होती है।

आवश्यक उपकरण

दो ब्यूरेट (5 mL), शंक्वाकार फ्लास्क तथा वॉश बोतल

आवश्यक रसायन

0.01 M KMnO_4 विलयन, 0.05 M मोर लवण विलयन तथा तनु H_2SO_4

कार्यविधि

1. 0.05 M फेरस अमोनियम सल्फेट के विलयन को बनाना

$(\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ का मोलर द्रव्यमान = 392 g mol^{-1}

- (i) 0.196 g फेरस अमोनियम सल्फेट को पूर्ण यर्थाथता से तोलिए तथा फनल की सहायता से इसे 10 mL के मापक फ्लास्क में डालिए।

- (ii) आसुत जल की सहायता से फनल में चिपके ठोस को फ़्लास्क में स्थानांतरित कीजिए। स्वच्छ विलयन प्राप्त करने के लिए तनु H_2SO_4 को बूँद-बूँद करके मिलाइए।
- (iii) फ़्लास्क को तब तक हिलाइए जब तक पदार्थ विलेय न हो जाए तथा विलयन को चिह्न तक आसुत जल से भरिए।
- 2. फेरस अमोनियम सल्फ़ेट का पोटैशियम परमैंगनेट विलयन के साथ अनुमापन**
- (i) ब्यूरेट को आसुत जल से भली-भाँति धोइए।
- (ii) प्रथम ब्यूरेट को मानक फेरस अमोनियम सल्फ़ेट विलयन से तथा दूसरे को दिए गए पोटैशियम परमैंगनेट विलयन से भरिए।
- (iii) अब शंक्वाकार फ़्लास्क में ब्यूरेट से 2 mL फेरस अमोनियम सल्फ़ेट विलयन लीजिए। प्रेक्षण सारणी में यह पाठ्यांक V_1 के रूप में अंकित कीजिए।
- (iv) अनुमापन फ़्लास्क में 1 mL तनु H_2SO_4 विलयन मिलाइए।
- (v) ब्यूरेट से शंक्वाकार फ़्लास्क (अनुमापन फ़्लास्क) में बूँद-बूँद करके $KMnO_4$ विलयन लगातार हिलाते हुए मिलाइए।
- (vi) स्थायी गुलाबी रंग आने तक इस प्रक्रम को लगातार करिए। प्रेक्षण सारणी में यह पाठ्यांक V_2 के रूप में अंकित कीजिए।
- (vii) प्रथम ब्यूरेट से अनुमापन फ़्लास्क में 0.5 mL अतिरिक्त फेरस अमोनियम सल्फ़ेट विलयन मिलाइए (सारणी में 2.5 mL को V_1 के रूप में अंकित करिए)। विलयन रंगहीन हो जाता है।
- (viii) पूर्व की भाँति ब्यूरेट से $KMnO_4$ विलयन का पुनः अनुमापन कीजिए। पूर्व आयतन की निरंतरता में इस अंतिम आयतन को अंकित कीजिए।
- (ix) मोर लवण के विलयन में 0.5 mL की वृद्धि करते हुए एवं $KMnO_4$ के विलयन के साथ अनुमापन करते हुए 5–7 पाठ्यांक लीजिए।

सारणी 2.4 — पोटैशियम परमैंगनेट विलयन का मानक मोर लवण विलयन के साथ अनुमापन

क्र.सं.	फेरस अमोनियम सल्फ़ेट का आयतन mL में (V_1)	KMnO_4 का आयतन mL में (V_2)	पोटैशियम परमैंगनेट की मोलरता
1.	2.0		
2.	2.5		
3.	3.0		
4.	3.5		
5.	4.0		
6.	4.5		
7.	5.0		
			औसत मोलरता =

गणना

मोलरता के संदर्भ में अज्ञात विलयन की सामर्थ्य निम्नलिखित समीकरण की सहायता से ज्ञात कर सकते हैं—

$$a_1 M_1 V_1 = a_2 M_2 V_2$$

फेरस अमोनियम सल्फ़ेट पोटैशियम परमैंगनेट

$a_1 = 1$ (संतुलित समीकरण में फेरस अमोनियम सल्फ़ेट की प्रत्येक सूत्र इकाई द्वारा त्यागे गए इलैक्ट्रॉन की संख्या)

$a_2 = 5$ (संतुलित समीकरण में पोटैशियम परमैंगनेट की प्रत्येक सूत्र इकाई द्वारा ग्रहण किए गए इलैक्ट्रॉन की संख्या)

फेरस अमोनियम सल्फ़ेट तथा पोटैशियम परमैंगनेट की मोलरता क्रमशः M_1 तथा M_2 तथा आयतन क्रमशः V_1 तथा V_2 हैं।

समीकरण में a_1 तथा a_2 के मान रखने पर प्राप्त होता है—

$$1 M_1 V_1 = 5 M_2 V_2$$

फेरस अमोनियम सल्फ़ेट पोटैशियम परमैंगनेट

$$M_2 = \frac{M_1 V_1}{5 V_2}$$

उपरोक्त समीकरण का उपयोग करते हुए हम पोटैशियम परमैंगनेट विलयन की मोलरता की गणना कर सकते हैं। विलयन की सामर्थ्य निम्नलिखित समीकरण से दी जाती है—

$$\text{सामर्थ्य} = \text{औसत मोलरता} \times \text{मोलर द्रव्यमान } \text{g L}^{-1}$$

$$(\text{KMnO}_4 \text{ का मोलर द्रव्यमान} = 158 \text{ g mol}^{-1})$$

गणना की वैकल्पिक विधि

पोटैशियम परमैंगनेट विलयन के आयतन के साथ फेरस अमोनियम सल्फ़ेट विलयन के मिलाए गए आयतन का ग्राफ़ बनाइए। यह सीधी रेखा होगा।

$$\begin{array}{ccc} a_1 M_1 V_1 & = & a_2 M_2 V_2 \\ \text{फेरस अमोनियम सल्फ़ेट} & & \text{पोटैशियम परमैंगनेट} \end{array}$$

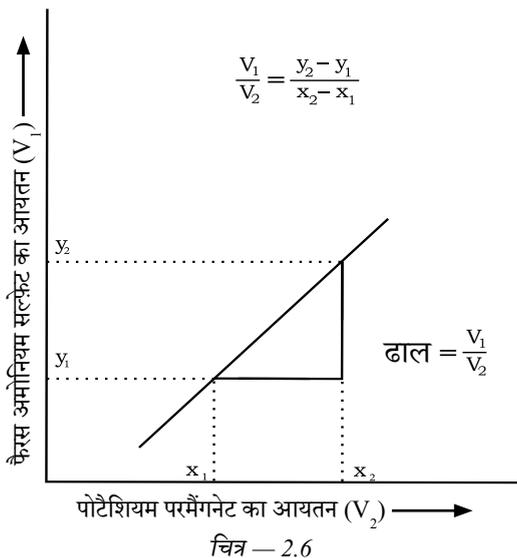
या
$$M_2 = \frac{a_1 M_1}{a_2} \times \frac{V_1}{V_2}$$

ग्राफ़ (चित्र 2.6) से $\frac{V_1}{V_2}$ का मान ज्ञात कर M_2 की गणना की जा सकती है।

परिणाम

दिए गए KMnO_4 विलयन की मोलरता = M

दिए गए KMnO_4 विलयन की सामर्थ्य = g L^{-1}



सावधानी

फेरस अमोनियम सल्फ़ेट का मानक विलयन बनाने के लिए सदैव इसका ताजा नमूना उपयोग कीजिए। बिंदु 5 को छोड़कर अन्य सभी सावधानियाँ प्रयोग 2.5 के समान हैं।

अध्याय 3)

गुणात्मक विश्लेषण (अकार्बनिक)

प्रयोग 3.1

दिए गए में से एक धनायन व एक ऋणायन की पहचान करना

धनायन

NH_4^+ , Pb^{2+} , Cu^{2+} , As^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+}

ऋणायन

CO_3^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} , NO_2^- , Cl^- , Br^- , I^- , NO_3^- , CH_3COO^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ (ऑक्सेलेट), SO_4^{2-} , PO_4^{3-}

(अविलेय लवण को छोड़कर)

परिचय

अकार्बनिक गुणात्मक विश्लेषण में लवणों में उपस्थित धनायनों व ऋणायनों की पहचान की जाती है। इस पहचान का आधार आयनों का प्रेक्षित रासायनिक व्यवहार है। लवण विश्लेषण निम्नलिखित तीन पदों में क्रमबद्ध किया जा सकता है—

- (i) प्रारंभिक परीक्षण
- (ii) ऋणायन की पहचान
- (iii) धनायन की पहचान

प्रारंभिक परीक्षण

लवण के प्रारंभिक परीक्षण निम्नलिखित क्रम में किए जाते हैं—

1. लवण का रंग

लवण का रंग ध्यान से प्रेक्षित कीजिए जो कि धनायन के बारे में जानकारी देता है। सारणी 3.1 में लवण के कुछ धनायनों के अभिलाक्षणिक रंग दिए गए हैं।

सारणी 3.1 — कुछ धातु आयनों के अभिलाक्षणिक रंग

रंग	धनायन प्रदर्शित
हलका हरा	Fe^{2+}
पीला, भूरा	Fe^{3+}
नीला	Cu^{2+}
चमकीला हरा	Ni^{2+}
नीला, लाल	Co^{2+}
बैंगनी, गुलाबी	Mn^{2+}

2. शुष्क ताप परीक्षण

- शुष्क लवण के कुछ क्रिस्टल एक साफ़ व सूखी सूक्ष्म परखनली में लीजिए तथा रंग नोट करें।
- इसे गर्म करें और जब वह गर्म हो तब अवशेष का रंग नोट करें। परिवर्तन के प्रेक्षण कुछ लवणों में धनायनों की उपस्थिति को इंगित करते हैं। इन्हें निष्कर्षात्मक, प्रमाण के रूप में नहीं ले सकते हैं। (सारणी 3.2 देखिए)

सारणी 3.2 — लवण को ठंडा व गर्म करने पर रंग के निष्कर्ष

ठंडे में रंग	गर्म करने पर रंग	निष्कर्ष
नीला	श्वेत	Cu^{2+}
हरा	श्वेत	Fe^{2+}
श्वेत	पीला	Zn^{2+}
गुलाबी	गंदला श्वेत या पीला	Co^{2+}

3. ज्वाला परीक्षण

कुछ धातुओं के क्लोराइड अदीप्त ज्वाला को विशिष्ट रंग प्रदान करते हैं, क्योंकि वे वाष्पशील होते हैं। यह परीक्षण प्लैटिनम तार/नाइक्रोम तार की सहायता से निम्नलिखित प्रकार से किया जा सकता है —

- तार को साफ़ करने के लिए इसे सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में डुबोते हैं तथा इसे अदीप्त ज्वाला में पकड़ कर रखते हैं।

- (ii) पद (i) को दोहराते हैं जब तक कि तार ज्वाला को कोई रंग प्रदान नहीं करता है।
- (iii) सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की एक बूँद को चुटकीभर लवण के साथ साफ़ वॉच ग्लास पर लेकर पेस्ट (लेई) बनाइए।
- (iv) इस स्वच्छ तार को इस पेस्ट में डुबोकर अदीप्त (ऑक्सीकारक) ज्वाला में गर्म कीजिए।
- (v) ज्वाला के रंग को प्रेक्षित कीजिए तथा सारणी 3.3 में दिए गए लवण में उपस्थित धातु आयन का अनुमान लगाइए।

सारणी 3.3 — ज्वाला परीक्षण से निष्कर्ष

ज्वाला का रंग	निष्कर्ष
नीले केंद्र के साथ हरी ज्वाला	Cu^{2+}
क्रिमसन (गहरा) लाल	Sr^{2+}
सेब जैसा हरा	Ba^{2+}
ईंट जैसा लाल	Ca^{2+}

ऋणायनों की पहचान

ऋणायनों को तनु व सांद्र H_2SO_4 के साथ अभिक्रिया के आधार पर अधोलिखित सारणी 3.4 के अनुसार तीन समूहों में विभाजित करते हैं —

सारणी 3.4 — ऋणायनों का समूहन

तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करते हैं।	$\text{CO}_3^{2-}, \text{S}^{2-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{NO}_2^-, \text{CH}_3\text{COO}^-$
सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया करते हैं।	$\text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-, \text{NO}_3^-, \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
तनु या सांद्र H_2SO_4 के साथ अभिक्रिया नहीं करते।	$\text{SO}_4^{2-}, \text{PO}_4^{3-}$

I. तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ अभिक्रिया

चुटकीभर लवण को सूक्ष्म परखनली में लीजिए तथा तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की 4–5 बूँदें मिलाकर गर्म कीजिए। सारणी 3.5 के अनुसार प्रेक्षणों को देखिए।

सारणी 3.5 — तनु सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ प्राथमिक परीक्षण

प्रेक्षण	निष्कर्ष	
	उत्पन्न गैस	संभावित ऋणायन
एक रंगहीन, गंधहीन गैस तीव्र बुदबुदाहट के साथ निकलती है जो चूने के पानी को दूधिया कर देती है।	CO ₂	कार्बोनेट (CO ₃ ²⁻)
रंगहीन सड़े हुए अंडे की गंध वाली गैस निकलती है जो लैड एसीटेट के विलयन में डूबे फ़िल्टर पत्र को काला कर देती है।	H ₂ S	सल्फ़ाइड (S ²⁻)
रंगहीन जलते हुए गंधक की गंध जैसी गैस जो (i) अम्लीकृत पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन को हरा तथा (ii) चूने के पानी को दूधिया करती है।	SO ₂	सल्फ़ाइट (SO ₃ ²⁻)
भूरे धूम जो अम्लीकृत पोटैशियम आयोडाइड स्टार्च युक्त विलयन को नीला करते हैं।	NO ₂	नाइट्राइट (NO ₂ ⁻)
सिरके की गंध युक्त रंगहीन वाष्प जो नीले लिटमस पत्र को लाल करती है।	CH ₃ COOH वाष्प	CH ₃ COO ⁻

W – नली का उपयोग गैस के परीक्षण में करना चाहिए।

CO₃²⁻, S²⁻, SO₃²⁻, NO₂⁻ तथा CH₃COO⁻ के निश्चयात्मक परीक्षण

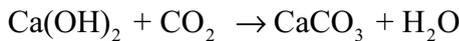
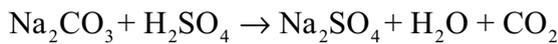
ऋणायनों के निश्चयात्मक परीक्षण करने के लिए यह आवश्यक है कि लवण के विलयन को तैयार करें।

लवण की विलेयता के आधार पर उसका जलीय विलयन या सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाते हैं। 2 mL आसुत जल के साथ कुछ मिलीग्राम लवण को 2–3 मिनट तक उबालिए। अगर वह पूर्णतः विलेय होता है तो उसका आगे के परीक्षणों के लिए उपयोग करते हैं। यदि नहीं घुलता है तो उसका सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष बनाते हैं।

सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष (SE)

लवण का एक माइक्रो स्पैचुला, Na_2CO_3 के तीन माइक्रो स्पैचुला के साथ क्वथन नली में मिश्रित कीजिए। 10 mL आसुत जल मिलाइए तथा लगभग 5 मिनट तक उबालिए। ठंडा करके छानिए। छनित्र ही सोडियम कार्बोनेट निष्कर्ष (SE) है।

1. CO_3^{2-} के लिए निश्चयात्मक परीक्षण — W नली की एक भुजा में लगभग आधी माइक्रो स्पैचुला लवण लीजिए तथा चूने के पानी की दो बूँदें ड्रॉपर की सहायता से दूसरी भुजा में स्थानांतरित कीजिए। अब ड्रॉपर की सहायता से 2–3 बूँद तनु H_2SO_4 को पहली भुजा में स्थानांतरित करने के पश्चात् इसे अपने अँगूठे से बंद कीजिए। इस भुजा में उत्पन्न गैस के बुलबुले चूने के पानी में प्रवाहित होते हैं। चूने का पानी दूधिया हो जाता है। यदि इसमें गैस आधिक्य में प्रवाहित की जाती है, दूधियापन समाप्त हो जाता है। CO_3^{2-} निश्चित है।



दूधिया



स्वच्छ विलयन

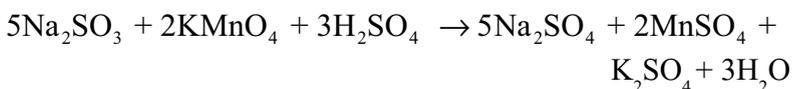
2. S^{2-} के लिए निश्चयात्मक परीक्षण — लवण के जलीय विलयन/SE की कुछ बूँदें वेल प्लेट की वेल में लीजिए तथा एक बूँद सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड को मिलाने पर बैंगनी रंग दर्शाना S^{2-} को निश्चित करता है।



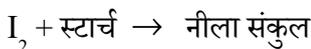
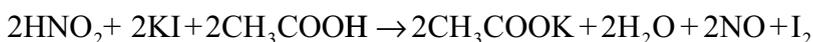
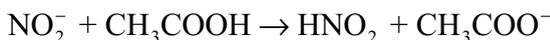
सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड

बैंगनी रंग का संकुल

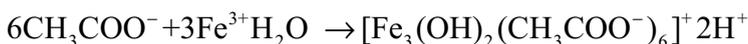
3. SO_3^{2-} का निश्चयात्मक परीक्षण — लवण के जलीय विलयन/SE की कुछ बूँदें सूक्ष्म परखनली में लीजिए। एक बूँद KMnO_4 की मिलाइए। इसे एक बूँद तनु H_2SO_4 से अम्लीकृत कीजिए। KMnO_4 का गुलाबी रंग विलुप्त हो जाता है।



4. NO_2^- का निश्चयात्मक परीक्षण – लवण के जलीय विलयन/SE की 3 बूँदें सूक्ष्म परखनली में लीजिए। KI विलयन की तीन बूँदें मिलाइए तथा 2 बूँदें ताज़ा बने स्टार्च विलयन की मिलाइए। 2–3 बूँदें ऐसीटिक अम्ल के साथ अम्लीकृत कीजिए। नीला रंग प्रकट होता है।



5. CH_3COO^- का निश्चयात्मक परीक्षण — लवण के जलीय विलयन/SE की 3–4 बूँदें लीजिए तथा कुछ बूँदें उदासीन FeCl_3 की मिलाइए। गहरा लाल रंग बनता है। गर्म करने पर यह भूरा-लाल अवक्षेप देता है जो CH_3COO^- आयन की उपस्थिति को निश्चित करता है।



आयरन(III) डाईहाइड्रोक्सीएसीटेट (भूरा-लाल अवक्षेप)



II. सांद्र H_2SO_4 के साथ अभिक्रिया

सूक्ष्म परखनली में लवण की लगभग एक स्पैचुला लीजिए। कुछ बूँदें सांद्र H_2SO_4 की मिलाकर गर्म कीजिए। सारणी 3.6 में दिए गए निम्नलिखित प्रेक्षणों में से किसी एक को देखिए।

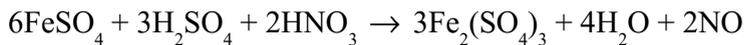
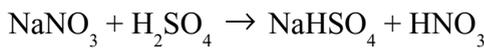
सारणी 3.6 — सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ प्राथमिक परीक्षण

प्रेक्षण	निष्कर्ष	
	उत्पन्न गैस/वाष्प	संभावित ऋणायन
तीक्ष्ण गंध युक्त एक रंगहीन गैस जो अमोनियम हाइड्रॉक्साइड से भीगी छड़ को परखनली के मुँह पर ले जाने पर सघन श्वेत धूम देती है।	HCl	क्लोराइड (Cl^-)

लाल-भूरी गैस तीखी गंध के साथ निकलती है। अभिक्रिया मिश्रण को गर्म करने पर लाल गैस की तीव्रता बढ़ती है। बाद में अभिक्रिया मिश्रण में ठोस MnO_2 मिलाने पर विलयन भी लाल रंग प्राप्त कर लेता है।	Br_2 वाष्प	ब्रोमाइड (Br^-)
बैंगनी वाष्प जो स्टार्च पेपर को नीला करती है। अभिक्रिया मिश्रण में MnO_2 मिलाने पर धूम अधिक गहरे हो जाते हैं।	I_2 वाष्प	आयोडाइड (I^-)
भूरे धूम निकलते हैं जो कि अभिक्रिया मिश्रण में Cu चूर्ण डालकर गर्म करने पर गहरे हो जाते हैं तथा विलयन नीला हो जाता है।	NO_2	नाइट्रेट (NO_3^-)
रंगहीन गंधहीन गैस निकलती है जो चूने के पानी को दूधिया करती है। चूने के पानी से निकली गैस को जलाते हैं तो नीली ज्वाला के साथ जलती है।	CO तथा CO_2	ऑक्सेलेट ($C_2O_4^{2-}$)

यदि उपर्युक्त में से किसी एक की पहचान हो जाती है तो निम्नलिखित निश्चयात्मक परीक्षण करते हैं—

- NO_3^- का निश्चयात्मक परीक्षण** — लवण के जलीय विलयन/SE की एक बूँद को वेल प्लेट की एक वेल में स्थानांतरित करें तथा एक बूँद ताज़ा बना $FeSO_4$ विलयन मिलाइए। वेल की दीवार के सहारे धीरे-धीरे सांद्र H_2SO_4 की तीन बूँद मिलाइए। दोनों द्रवों के संगम पर भूरा छल्ला NO_3^- की उपस्थिति को निश्चित करता है।

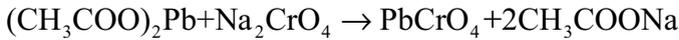
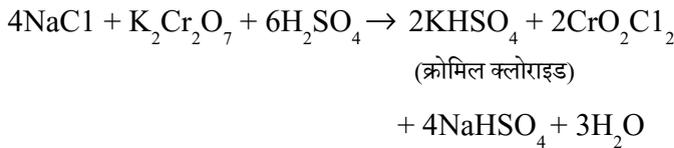


नाइट्रोसो फेरस सल्फेट (भूरा)

- Cl^- , Br^- तथा I^- के लिए परीक्षण** — लवण के जलीय विलयन/SE की 4 बूँदें सूक्ष्म परखनली में लीजिए। तनु HNO_3 के साथ अम्लीकृत कीजिए तथा 4 बूँदें $AgNO_3$ विलयन की मिलाइए। बने हुए अवक्षेप का रंग प्रेक्षित कीजिए। अगर अवक्षेप श्वेत है तो Cl^- उपस्थित, हलका पीला है तो Br^- उपस्थित

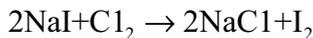
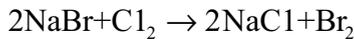
तथा पीला है तो I^- उपस्थित है। 6-7 बूँद NH_4OH विलयन की मिलाकर नली को हिलाने पर अगर श्वेत अवक्षेप पूर्णतः विलेय हो जाता है तो Cl^- निश्चित है। यदि हलका पीला अवक्षेप आंशिक घुलता है तो Br^- निश्चित है। यदि पीला अवक्षेप अविलेय है तो I^- निश्चित है।

3. **Cl^- का निश्चयात्मक परीक्षण** — चुटकी भर लवण को W नली की एक भुजा में स्थानांतरित कीजिए तथा इसमें चुटकी भर ठोस $K_2Cr_2O_7$ को मिलाने के पश्चात् सांद्र H_2SO_4 की 2-3 बूँदें मिलाइए। $NaOH$ विलयन की 2 बूँदें W नली की दूसरी भुजा में स्थानांतरित कीजिए। होल्डर की सहायता से W नली की प्रथम भुजा को पकड़कर सावधानीपूर्वक गर्म कीजिए तथा इस सिरे को बंद कीजिए। एक लाल-नारंगी गैस निकलती है जो कि $NaOH$ विलयन को पीला करती है। 4-5 बूँदें ऐसिटिक अम्ल की मिलाने के पश्चात् लेड ऐसीटेट विलयन की एक बूँद मिलाते हैं। पीले अवक्षेप का बनना Cl^- की उपस्थिति को निश्चित करता है।

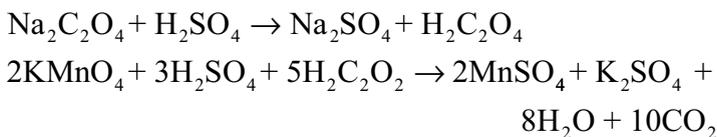


सोडियम क्रोमेट लेड क्रोमेट
(पीला अवक्षेप)

4. **Br^- तथा I^- के लिए निश्चयात्मक परीक्षण** — लवण के जलीय विलयन/SE की 5 बूँदें सूक्ष्म परखनली में लीजिए। $CHCl_3/CCl_4$ की 5 बूँदें मिलाइए तथा 5 बूँदें सांद्र HNO_3 की मिलाकर इसे तेजी से हिलाइए। निचली कार्बनिक सतह में रंग को प्रेक्षित कीजिए। पीले से नारंगी रंग का दिखाई देना Br^- को निश्चित करता है तथा बैंगनी रंग I^- को निश्चित करता है।

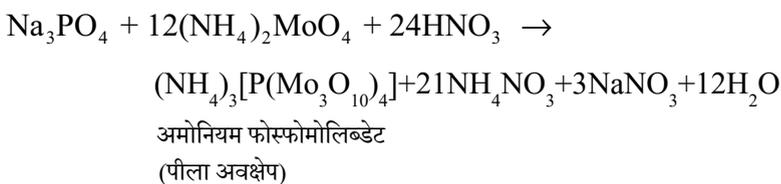


5. $C_2O_4^{2-}$ के लिए निश्चयात्मक परीक्षण — लवण के जलीय विलयन/SE की 4 बूँदें सूक्ष्म परखनली में लीजिए तथा तनु H_2SO_4 की बूँदों से अम्लीकृत कीजिए। एक बूँद $KMnO_4$ विलयन मिलाकर गर्म करने पर $KMnO_4$ का गुलाबी रंग उड़ जाता है। यह $C_2O_4^{2-}$ को निश्चित करता है।



ऋणायन जो तनु व सांद्र H_2SO_4 के साथ अभिक्रिया नहीं करते हैं

1. SO_4^{2-} का निश्चयात्मक परीक्षण — लवण के जलीय विलयन/SE की चार बूँदें लीजिए तथा तनु HCl की चार बूँदों से अम्लीकृत कीजिए। $BaCl_2$ विलयन की 2 बूँदें मिलाइए। श्वेत अवक्षेप का बनना जो सांद्र HCl या सांद्र HNO_3 में अविलेय है, SO_4^{2-} को निश्चित करता है।
2. PO_4^{3-} का निश्चयात्मक परीक्षण — लवण के जलीय विलयन/SE की 4-5 बूँदें सूक्ष्म परखनली में लीजिए तथा सांद्र HNO_3 से अम्लीकृत कीजिए। उसमें एक चुटकी भर ठोस अमोनियम मोलिब्डेट की मिलाकर विलयन को गर्म करने पर पीले अवक्षेप का निर्माण PO_4^{3-} की उपस्थिति को निश्चित करता है।



धनायनों की पहचान

प्राथमिक परीक्षणों से दर्शाए गए धनायनों की निश्चितता क्रमबद्ध विश्लेषण से करते हैं। प्रथम आवश्यक पद, लवण का स्वच्छ तथा पारदर्शी विलयन बनाना है। इसे मूल विलयन (Original Solution) कहते हैं। इसे अग्रनुसार बनाया जाता है —

मूल विलयन (OS) बनाना

मूल विलयन बनाने के लिए क्रमबद्ध एक के बाद एक पद का अनुसरण करते हैं। यदि लवण उपयुक्त विलायक में गर्म करने पर भी विलेय नहीं होता है तो दूसरे विलायक का उपयोग कीजिए। विलायकों को निम्नलिखित क्रम में उपयोग में लाया जाता है—

- (i) आसुत जल
- (ii) तनु HCl
- (iii) सांद्र HCl
- (iv) तनु HNO₃
- (v) एकवारेजिया (3:1 अनुपात में सांद्र HCl तथा सांद्र HNO₃ का एक मिश्रण)

यदि लवण तनु HNO₃ या एकवारेजिया किसी एक में विलेय है तो प्राप्त विलयन, चाइना डिश में शुष्क होने तक वाष्पित कीजिए। प्राप्त अवशेष को आसुत जल में घोलिए। यदि आवश्यक हो तो छानिए। प्राप्त स्वच्छ विलयन का मूल विलयन के रूप में उपयोग किया जाता है।

समूह विश्लेषण — सारणी 3.7 में दिए गए अनुसार धनायनों को विभिन्न समूहों में वर्गीकृत करते हैं।

सारणी 3.7 — धनायनों को अवक्षेपित करने के लिए समूह अभिकर्मक

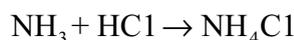
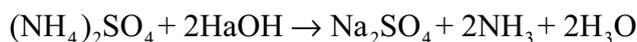
समूह	धनायन	समूह अभिकर्मक
शून्य समूह	NH ₄ ⁺	कोई नहीं
समूह-I	Pb ²⁺	तनु HCl
समूह-II	Pb ²⁺ , Cu ²⁺ , As ³⁺	तनु HCl की उपस्थिति में H ₂ S गैस
समूह-III	Al ³⁺ , Fe ³⁺	अमोनियम क्लोराइड (NH ₄ Cl) की उपस्थिति में NH ₄ OH
समूह-IV	Co ²⁺ , Ni ²⁺ , Mn ²⁺ , Zn ²⁺	NH ₄ OH की उपस्थिति में H ₂ S
समूह-V	Ba ²⁺ , Sr ²⁺ , Ca ²⁺	NH ₄ OH की उपस्थिति में (NH ₄) ₂ CO ₃
समूह-VI	Mg ²⁺	कोई नहीं

शून्य समूह के धनायन (NH_4^+ आयन) का विश्लेषण

- (i) चुटकीभर लवण सूक्ष्म परखनली में लीजिए। इसमें NaOH विलयन की 5-6 बूँदें मिलाकर गर्म कीजिए। यदि अमोनिया की गंध आती है तो यह अमोनियम आयन की उपस्थिति को दर्शाता है। सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में भीगी काँच की छड़ परखनली के मुख पर ले जाने से श्वेत धूम दिखाई देते हैं।
- (ii) W नली में प्रयोग को दोहराते हैं तथा गैस को नैस्टर अभिकर्मक से गुजारते हैं। भूरे अवक्षेप का निर्माण NH_4^+ आयन को निश्चित करता है।

NH_4^+ आयन के निश्चयात्मक परीक्षण का रसायन

- (i) अमोनियम लवण पर सोडियम हाइड्रॉक्साइड की क्रिया से उत्पन्न अमोनिया गैस हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से क्रिया कर अमोनियम क्लोराइड देती है जो कि सघन श्वेत धुँएँ के रूप में दिखाई देती है।



- (ii) गैस को नैस्टर अभिकर्मक से गुजारने पर एक भूरा रंग या भूरा अवक्षेप क्षारीय मर्करी (II) एमिडो-आयोडीन का बनता है।



नैस्टर अभिकर्मक

क्षारीय मर्करी (II)

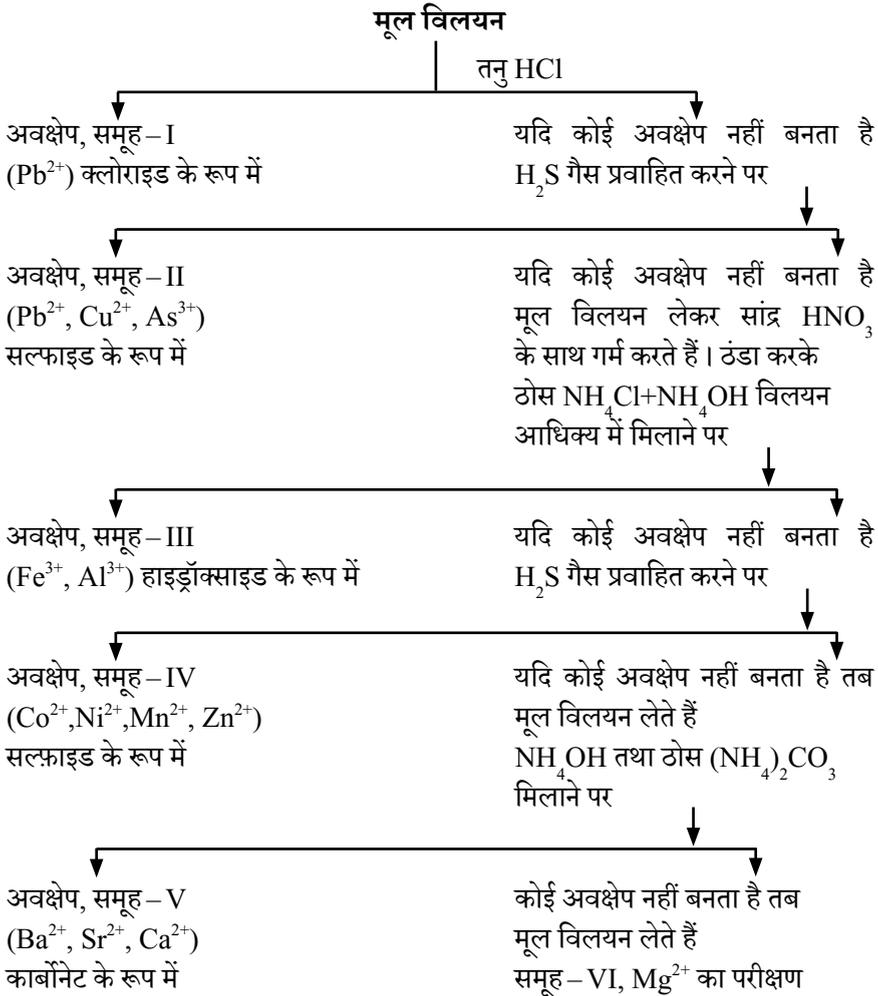
एमिडो-आयोडीन

(भूरा अवक्षेप)

फ़्लो चार्ट में दिखाई गई व्यवस्था के अनुसार समूह I-VI से संबंधित धनायनों के विश्लेषण के लिए समूह अभिकर्मक का उपयोग करने पर विलयन से धनायन अवक्षेपित होते हैं (सारणी 3.7 देखिए)।

सभी छः समूहों का पृथक्करण निम्नानुसार दर्शाया गया है —

धनायनों की पहचान के लिए फ़्लो चार्ट



*फ़्लो चार्ट केवल एक धनायन की पहचान के लिए है। एक से अधिक धनायनों की पहचान के लिए रूपांतरण की आवश्यकता होगी।

नोट

यदि दो या दो से अधिक धनायन उपस्थित हों तो प्रत्येक समूह के छनित्र का उपयोग करते हुए अगले समूह की उपस्थिति का परीक्षण कीजिए।

समूह-II तथा समूह-IV में H_2S का उपयोग

H_2S अम्लीय माध्यम में समूह-II का अभिकर्मक है तथा क्षारीय माध्यम में समूह-IV का। इसके लिए H_2S गैस को परीक्षण विलयन में प्रवाहित करते हैं। वृहद स्तर के विश्लेषण के लिए H_2S गैस को कीप उपकरण से निर्मित करते हैं तथा परीक्षण विलयन से प्रवाहित करते हैं। परंतु सूक्ष्म स्तर पर यह विधि उपयुक्त नहीं है, क्योंकि सूक्ष्म परखनली छोटी होने के कारण गैस, विलयन को बाहर धकेलती है। अतः सूक्ष्म स्तर विश्लेषण के लिए रूपांतरित विधि का उपयोग करते हैं। ठंडे आसुत जल में NH_4OH के ठंडे तथा तनु जलीय विलयन में H_2S का संतृप्त विलयन तैयार करते हैं। इस विलयन की कुछ बूँदें परीक्षणों के लिए पर्याप्त हैं। इस विलयन को पूर्णतया बंद पात्र में ठंडे स्थान पर संग्रहित कर सकते हैं।

समूह-I धनायनों का विश्लेषण

मूल विलयन की कुछ मात्रा सूक्ष्म परखनली में लेकर उसमें तनु HCl की कुछ बूँदें मिलाएँ। मूल विलयन यदि गर्म सांद्र HCl में बना हो तो उसमें ठंडा जल मिलाकर तनु करें तथा आवश्यक हो तो नल के जल के नीचे इसे ठंडा करें। यदि श्वेत अवक्षेप दिखाई देता है तो यह Pb^{2+} आयन की समूह I में उपस्थिति दर्शाता है। यदि मूल विलयन तनु HCl में बनता है, तो I समूह अनुपस्थित होता है। अधोलिखित सारणी 3.8 में निश्चयात्मक परीक्षण की व्याख्या की गई है।

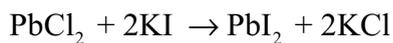
सारणी 3.8 — Pb^{2+} धनायन के लिए निश्चयात्मक परीक्षण

श्वेत अवक्षेप को पृथक कीजिए तथा पानी से धोएँ। 8-10 बूँद पानी के साथ अवक्षेप उबालिए। प्राप्त स्वच्छ विलयन की 2-2 बूँदों को वेल प्लेट की दो वेल में स्थानांतरित कीजिए।	
एक वेल में पोटैशियम आयोडाइड की एक बूँद मिलाने पर, पीला अवक्षेप Pb^{2+} निश्चित।	दूसरे वेल में पोटैशियम क्रोमेट विलयन की एक बूँद मिलाने पर, पीला अवक्षेप Pb^{2+} निश्चित।

Pb^{2+} के निश्चयात्मक परीक्षण का रसायन

प्रथम समूह में लेड, लेड क्लोराइड के रूप में अवक्षेपित होता है। अवक्षेप गर्म जल में विलेय होता है।

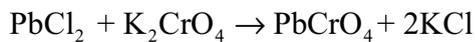
- (i) पोटैशियम आयोडाइड (KI) विलयन मिलाने पर लेड आयोडाइड का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है जो Pb^{2+} आयन की उपस्थिति निश्चित करता है।



(गर्म विलयन)

पीला अवक्षेप

- (ii) पोटैशियम क्रोमेट K_2CrO_4 विलयन मिलाने पर, लेड क्रोमेट का पीला अवक्षेप प्राप्त होता है। यह Pb^{2+} आयन की उपस्थिति निश्चित करता है।



(गर्म विलयन)

लेडक्रोमेट

पीला अवक्षेप

III. समूह – II धनायनों का विश्लेषण

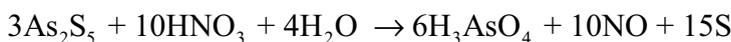
यदि समूह – I में कोई अवक्षेप नहीं बनता है तो इसी विलयन में H_2S विलयन की कुछ बूँदें मिलाते हैं। यदि अब अवक्षेप प्राप्त होता है तो निम्नानुसार परीक्षण करते हैं —

समूह – II

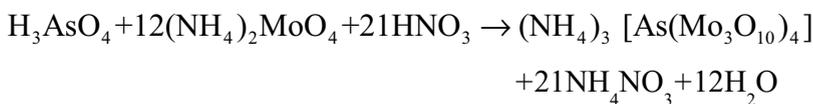
पीला अवक्षेप As^{3+} उपस्थित	काला अवक्षेप Pb^{2+} या Cu^{2+} उपस्थित	
<p>संपुष्टि – सांद्र HNO_3 की न्यूनतम मात्रा में अवक्षेप को घोलिए। उबालकर अमोनियम मोलिब्डेट विलयन मिलाइए तथा गर्म कीजिए।</p> <p>कैनेरी पीला अवक्षेप As^{3+} निश्चित।</p>	<p>संपुष्टि – मूल विलयन की एक बूँद वेल प्लेट में स्थानांतरित कीजिए और 1 बूँद तनु H_2SO_4 की तथा 1 बूँद एल्कोहॉल की मिलाइए। श्वेत अवक्षेप Pb^{2+} को दर्शाता है।</p> <p>समूह – I की दी गई सारणी में Pb^{2+} के अन्य परीक्षण कीजिए।</p>	<p>मूल विलयन के अन्य भाग में आधिक्य में NH_4OH मिलाने पर नीला रंगीन विलयन Cu^{2+} को दर्शाता है।</p> <p>संपुष्टि – नीले विलयन की एक बूँद वेल प्लेट की वेल में तथा दो बूँदें सूक्ष्म परखनली में लें।</p> <p>i. वेल में एक बूँद ऐसीटिक अम्ल के साथ-साथ एक बूँद पोटैशियम फेरोसायनाइड विलयन की मिलाने पर चॉकलेटी भूरा अवक्षेप। Cu^{2+} निश्चित।</p> <p>ii. सूक्ष्म परखनली में ऐसीटिक अम्ल की एक बूँद के साथ-साथ पोटैशियम आयोडाइड विलयन की एक बूँद मिलाने पर गंदला पीला अवक्षेप। Cu^{2+} निश्चित। $CCl_4/CHCl_3$ की 3 बूँदें मिलाकर हिलाने पर कार्बनिक सतह में बैंगनी रंग। Cu^{2+} निश्चित।</p>

समूह – II धनायनों के निश्चायात्मक परीक्षण का रसायन

1. आर्सेनिक आयन (As^{3+}) का परीक्षण — आर्सेनिक अम्ल बनने के कारण As_2S_3 का पीला अवक्षेप सांद्र HNO_3 में विलेय होता है। अभिक्रिया मिश्रण में पीला अमोनियम मोलिब्डेट विलयन मिलाकर गर्म करने पर कैनेरी पीला अवक्षेप बनता है। यह As^{3+} आयन की उपस्थिति निश्चित करता है।



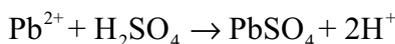
(आर्सेनिक अम्ल)



आर्सेनिक अमोनियम अम्ल मोलिब्डेट

अमोनियम आर्सेनोमोलिब्डेट
(पीला अवक्षेप)

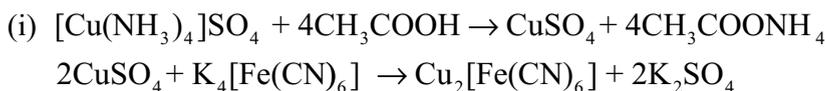
2. लेड आयन (Pb^{2+}) के लिए परीक्षण — तनु H_2SO_4 तथा एल्कोहॉल की कुछ बूँदें मिलाने पर लेड सल्फेट का एक श्वेत अवक्षेप Pb^{2+} की उपस्थिति निश्चित करता है।



लेड सल्फेट

(श्वेत अवक्षेप)

3. कॉपर आयन (Cu^{2+}) के लिए परीक्षण — नीले विलयन को ऐसीटिक अम्ल से अम्लीकृत करने के पश्चात् पोटैशियम फेरोसायनाइड $K_4[Fe(CN)_6]$ विलयन मिलाने पर कॉपर फेरोसायनाइड $Cu_2[Fe(CN)_6]$ के बनने के कारण चॉकलेटी रंग देता है।



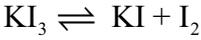
पोटैशियम
हेक्सासायनोफैरेट (II)

कॉपर हेक्सासायनोफैरेट (II)
(चॉकलेटी भूरा अवक्षेप)

(ii) नीले विलयन को ऐसीटिक अम्ल से अम्लीकृत करने के पश्चात् पोटैशियम आयोडाइड विलयन मिलाने पर गंदला पीला अवक्षेप। Cu^{2+} निश्चित।



गहरा भूरा रंग



तीन बूँदें $\text{CCl}_4/\text{CHCl}_3$ मिलाकर हिलाने पर कार्बनिक परत बैंगनी हो जाती है Cu^{2+} निश्चित।

IV. समूह – III के धनायनों का विश्लेषण

यदि समूह – II अनुपस्थित है तो मूल विलयन को एक सूक्ष्म परखनली में लीजिए। Fe^{2+} आयन को Fe^{3+} आयन में ऑक्सीकृत करने के लिए 2–3 बूँद सांद्र HNO_3 की मिलाकर कुछ मिनटों के लिए विलयन को गर्म कीजिए। ठंडा करने पर थोड़ी मात्रा में ठोस अमोनियम क्लोराइड (NH_4Cl) तथा अमोनिया की गंध आने तक अमोनियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में मिलाइए। परखनली को हिलाएँ तथा अवक्षेप के रंग तथा प्रकृति को प्रेक्षित करें। जिलेटिनी श्वेत अवक्षेप ऐलुमिनियम आयन (Al^{3+}) की उपस्थिति दर्शाता है। यदि अवक्षेप, रंग में भूरा हो तो यह फेरिक आयन (Fe^{3+}) को दर्शाता है। यदि कोई अवक्षेप नहीं बनता है तो समूह – III अनुपस्थित है। समूह – III के धनायनों का निश्चयात्मक परीक्षण निम्नानुसार है—

समूह – III

भूरा अवक्षेप Fe^{3+}	श्वेत अवक्षेप Al^{3+}
अवक्षेप को तनु HCl में विलेय कीजिए तथा विलयन को दो भागों में विभाजित कीजिए— (i) प्रथम भाग में पोटैशियम फेरोसायनाइड विलयन [पोटैशियम हैक्सासायनोफेरैट (II)] मिलाने पर नीला अवक्षेप दिखाई देता है। Fe^{3+} निश्चित।	श्वेत अवक्षेप को तनु HCl में विलेय कीजिए तथा दो भागों में विभाजित कीजिए— (i) प्रथम भाग में सोडियम हाइड्रॉक्साइड मिलाकर गर्म कीजिए। एक श्वेत जिलेटिनी अवक्षेप जो सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के आधिक्य में विलेय हो। Al^{3+} निश्चित।

(ii) द्वितीय भाग में पोटैशियम थायोसायनेट मिलाइए। एक रक्त लाल रंग दिखता है। Fe^{3+} निश्चित।

(ii) द्वितीय भाग में पहले नीला लिटमस विलयन मिलाइए फिर परखनली की दीवार के सहारे अमोनियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन बूँद-बूँद करके मिलाइए। रंगहीन विलयन में तैरता हुआ नीला द्रव्य बनता है। Al^{3+} निश्चित।

समूह – III धनायन के निश्चयात्मक परीक्षणों का रसायन

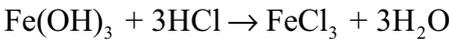
जब मूल विलयन को सांद्र नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म करते हैं, फेरस आयन फेरिक आयन में आक्सीकृत हो जाते हैं।



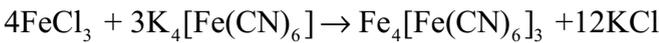
तृतीय समूह धनायन उनके हाइड्रॉक्साइड के रूप में अवक्षेपित होते हैं जो कि तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में विलेय हैं, क्योंकि उनसे संबंधित क्लोराइड बनते हैं।

1. फेरिक आयन (Fe^{3+}) के लिए परीक्षण

फेरिक हाइड्रॉक्साइड का लाल-भूरा अवक्षेप हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में विलेय है तथा फेरिक क्लोराइड बनाता है।

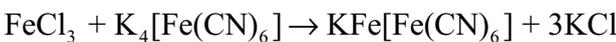


(i) वह विलयन जिसमें फेरिक क्लोराइड है, पोटैशियम फेरोसायनाइड विलयन के साथ अभिक्रिया करके नीला अवक्षेप/रंग उत्पन्न करता है। अवक्षेप का रंग प्रशियन नीला है, यह फेरीफेरोसायनाइड है। यह अभिक्रिया निम्नानुसार होती है—



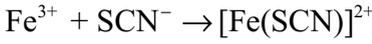
पोटैशियम फेरोसायनाइड प्रशियन नीला अवक्षेप

यदि पोटैशियम फेरोसायनाइड (पोटैशियम हैक्सासायनोफेरेट (II)) को आधिक्य में मिलाते हैं तो एक उत्पाद जिसका संगठन $KFe[Fe(CN)_6]$ बनता है। यह कोलॉइडी विलयन बनाता है जो छन नहीं सकता।



(कोलॉइडी प्रशियन नीला)

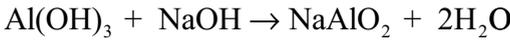
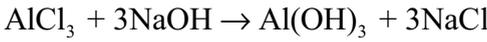
- (ii) विलयन के द्वितीय भाग में पोटैशियम थायोसायनेट (पोटैशियम सल्फोसायनाइड) मिलाते हैं। रक्त लाल रंग दर्शाना Fe^{3+} आयनों की उपस्थिति निश्चित करता है।



रक्त लाल रंग

2. ऐलुमिनियम आयनों (Al^{3+}) के लिए परीक्षण

- (i) विलयन जिसमें ऐलुमिनियम क्लोराइड है, सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ अभिक्रिया कर ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड का श्वेत जिलेटिनी अवक्षेप बनाता है जो कि सोडियम ऐलुमिनेट बनने के कारण सोडियम हाइड्रॉक्साइड के आधिक्य में विलेय है।



श्वेत जिलेटिनी अवक्षेप

सोडियम ऐलुमिनेट

- (ii) द्वितीय परीक्षण में जब विलयन में नीला लिटमस मिलाते हैं, तब विलयन की अम्लीय प्रकृति के कारण लाल रंग बनता है। बूँद-बूँद करके NH_4OH विलयन मिलाने पर विलयन क्षारीय हो जाता है तथा ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड बनता है। विलयन से ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड नीला रंग अवशोषित करता है तथा 'लेक' नामक अविलेय अवशोषित संकुल बनाता है। अतः रंगहीन विलयन में तैरता हुआ नीला द्रव्य प्राप्त होता है। अतः इस परीक्षण को लेक परीक्षण कहते हैं।

V. समूह – IV के धनायनों का परीक्षण

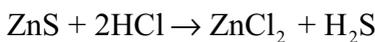
यदि समूह – III अनुपस्थित है तो इसके विलयन में कुछ बूँदें H_2S विलयन की मिलाते हैं। यदि श्वेत, काला या फ़्लैश रंग का अवक्षेप दिखाई देता है तो यह समूह – IV धनायनों की उपस्थिति को दर्शाता है। आगे दी गयी सारणी समूह – IV धनायनों के निश्चयात्मक परीक्षण का सारांश दर्शाती है।

<p>काला अवक्षेप Ni^{2+} या Co^{2+} दर्शाता है। काले अवक्षेप को एक्वारेजिया में विलेय कीजिए। विलयन को शुष्क होने तक गर्म कीजिए। अवशेष को पानी में विलेय कीजिए तथा विलयन को दो भागों में विभाजित कीजिए।</p>		<p>श्वेत अवक्षेप Zn^{2+} दर्शाता है।</p>	<p>फ़्लैश गुलाबी रंग का अवक्षेप Mn^{2+} दर्शाता है।</p>
<p>Co^{2+} की संपुष्टि भाग I के विलयन की दो बूँदें या मूल विलयन को वेल प्लेट की वेल में लीजिए। ऐसीटिक अम्ल की 2 बूँदें तथा चुटकीभर ठोस पोटैशियम नाइट्राइट मिलाने पर पीला अवक्षेप Co^{2+} निश्चित।</p>	<p>Ni^{2+} की संपुष्टि विलयन के भाग II की दो बूँदें या मूल विलयन को वेल प्लेट की वेल में लीजिए। डाई मेथिल ग्लाइऑक्सिम तथा NH_4OH मिलाने पर लाल अवक्षेप Ni^{2+} निश्चित।</p>	<p>Zn^{2+} की संपुष्टि (i) अवक्षेप को तनु HCl में विलेय कीजिए। विलयन की 3 बूँदों को वेल में स्थानांतरित कीजिए। बूँद-बूँद करके NaOH मिलाने पर श्वेत अवक्षेप बनता है जो NaOH के आधिक्य में विलेय हो जाता है। Zn^{2+} निश्चित। (ii) विलयन की 2 बूँदों को वेल प्लेट की वेल में स्थानांतरित कीजिए। इसे NH_4OH से उदासीकृत करके पोटैशियम फेरोसायनाइड की एक बूँद डालिए। स्लेटी श्वेत अवक्षेप Zn^{2+} निश्चित।</p>	<p>Mn^{2+} की संपुष्टि उबलते हुए अवक्षेप को तनु HCl में विलेय कीजिए तथा इसकी 2 बूँदें वेल प्लेट की वेल में स्थानांतरित कीजिए। बूँद-बूँद करके NaOH मिलाने पर श्वेत अवक्षेप बनता है जो कि कुछ समय रखने पर भूरे अवक्षेप में बदल जाता है। Mn^{2+} निश्चित।</p>

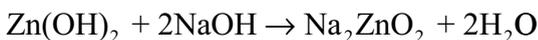
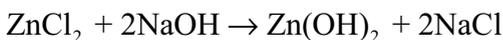
समूह – IV धनायनों के निश्चयात्मक परीक्षण का रसायन

1. जिंक आयन (Zn^{2+}) के लिए परीक्षण

जिंक सल्फाइड, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में विलेय होकर जिंक क्लोराइड बनाता है।

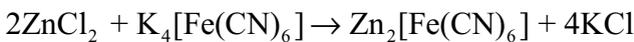


- (i) सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन मिलाने पर जिंक हाइड्रॉक्साइड का श्वेत अवक्षेप बनता है जो NaOH के आधिक्य में गर्म करने पर विलेय हो जाता है। यह Zn^{2+} की उपस्थिति निश्चित करता है।



सोडियम जिंकेट

- (ii) जब NH_4OH से उदासीनीकरण के पश्चात् इस विलयन में पोटैशियम फेरोसायनाइड $K_4Fe(CN)_6$ विलयन मिलाते हैं, तो श्वेत या स्लेटी श्वेत अवक्षेप जिंक फेरोसायनाइड को दर्शाता है।

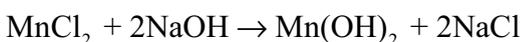
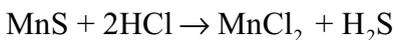


जिंक हेक्सासायनोफेरेट (II)

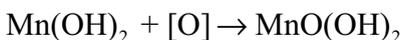
(श्वेत या स्लेटी श्वेत अवक्षेप)

2. मैंगनीज आयन (Mn^{2+}) के लिए परीक्षण

मैंगनीज सल्फाइड अवक्षेप तनु HCl में उबालने पर विलेय हो जाता है। विलयन में NaOH मिलाने पर मैंगनीज हाइड्रॉक्साइड का श्वेत अवक्षेप बनता है जो कि वायुमंडलीय ऑक्सीकरण पर जलयोजित मैंगनीज डाइऑक्साइड बनने के कारण भूरा हो जाता है।



(श्वेत अवक्षेप)



जलयोजित मैंगनीज डाइऑक्साइड

(भूरा रंग)

VI. समूह – V धनायनों का विश्लेषण

यदि समूह –IV अनुपस्थित हो तो मूल विलयन को सूक्ष्म परखनली में लेते हैं तथा NH_4OH विलयन का आधिक्य मिलाने के पश्चात् ठोस अमोनियम कार्बोनेट $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ मिलाने पर यदि श्वेत अवक्षेप दिखाई देता है तो यह समूह – V धनायनों की उपस्थिति दर्शाता है।

श्वेत अवक्षेप Ba^{2+} या Sr^{2+} या Ca^{2+} को दर्शाता है।

अवक्षेप को निथार कर पृथक कीजिए तथा पानी के साथ धोइए।

गर्म तनु ऐसीटिक अम्ल के साथ विलेय कीजिए तथा विलयन को तीन भागों में विभाजित कीजिए। संपुष्टि का परीक्षण अधोलिखित क्रम में किया जाता है—

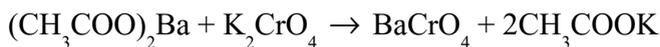
Ba^{2+} की संपुष्टि	Sr^{2+} की संपुष्टि	Ca^{2+} की संपुष्टि
(i) वेल प्लेट की वेल में विलयन की 2 बूँदें स्थानांतरित कीजिए इसमें 2 बूँदें पोटैशियम क्रोमेट मिलाने पर पीला अवक्षेप बनता है। Ba^{2+} निश्चित।	(i) सूक्ष्म परखनली में विलयन के एक भाग में अमोनियम सल्फेट विलयन की 2 बूँदें मिलाकर गर्म कीजिए। श्वेत अवक्षेप, Sr^{2+} निश्चित।	(i) सूक्ष्म परखनली में विलयन के एक भाग में 2 बूँदें अमोनियम ऑक्सैलेट विलयन मिलाने पर श्वेत अवक्षेप, Ca^{2+} निश्चित।
(ii) दिए लवण के साथ ज्वाला परीक्षण कीजिए। सेब जैसी हरी ज्वाला, Ba^{2+} निश्चित करती है।	(ii) दिए गए लवण के साथ ज्वाला परीक्षण कीजिए। क्रिमसन लाल ज्वाला, Sr^{2+} निश्चित करती है।	(ii) दिए गए लवण के साथ ज्वाला परीक्षण कीजिए। ईंट जैसी लाल ज्वाला, Ca^{2+} निश्चित करती है।

समूह – V धनायनों के निश्चयात्मक परीक्षण का रसायन

समूह –V धनायनों का अवक्षेप उनके कार्बोनेट का है जो ऐसीटिक अम्ल में उनके संबंधित ऐसीटेट के बनने के कारण विलेय है।

1. बेरियम आयन (Ba^{2+}) के लिए परीक्षण

पंचम समूह अवक्षेप के विलयन को ऐसीटिक अम्ल से उपचारित करने पर तथा पोटैशियम क्रोमेट (K_2CrO_4) मिलाने पर बेरियम क्रोमेट का पीला अवक्षेप बनता है।

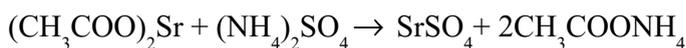
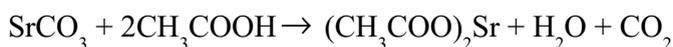


बेरियम क्रोमेट

(पीला अवक्षेप)

2. स्ट्रॉशियम आयन (Sr^{2+}) के लिए परीक्षण

ऐसीटिक अम्ल में पंचम समूह अवक्षेप के विलयन में अमोनियम सल्फ्रेट $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ विलयन मिलाकर गर्म करने पर तथा काँच की छड़ से परखनली की दीवार खुरचने पर स्ट्रॉशियम सल्फ्रेट का श्वेत अवक्षेप बनता है।

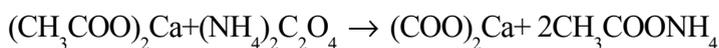
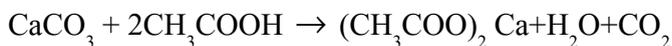


स्ट्रॉशियम सल्फ्रेट

(श्वेत अवक्षेप)

3. कैल्सियम आयन (Ca^{2+}) के लिए परीक्षण

ऐसीटिक अम्ल में पंचम समूह अवक्षेप के विलयन में अमोनियम ऑक्सैलेट विलयन मिलाने पर श्वेत अवक्षेप बनता है।



अमोनियम

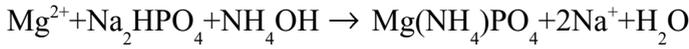
कैल्सियम ऑक्सैलेट

ऑक्सलेट

(श्वेत अवक्षेप)

VII. समूह – VI का विश्लेषण

पंचम समूह में यदि अवक्षेप नहीं बनता है तो Mg^{2+} के लिए परीक्षण करते हैं। सूक्ष्म परखनली में मूल विलयन की 6–7 बूँदें स्थानांतरित कीजिए। एक चुटकीभर ठोस NH_4Cl मिलाइए तथा हिलाकर अमोनियम हाइड्रॉक्साइड आधिक्य में मिलाइए। डाइ सोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट की कुछ बूँदें मिलाइए तथा परखनली की दीवार काँच की छड़ से खुरचिए। श्वेत अवक्षेप, Mg^{2+} निश्चित करता है।



मैगनेसियम अमोनियम
फॉस्फेट (श्वेत अवक्षेप)

नोट

Na_2HPO_4 के स्थान पर $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ का भी उपयोग कर सकते हैं।

समीक्षा

गुणात्मक विश्लेषण में सूक्ष्म किट का उपयोग करते समय निम्नलिखित बिंदुओं का ध्यान रखना चाहिए—

1. मूल विलयन (OS) को परखनली में तैयार करना चाहिए।
2. जब कभी गर्म करना आवश्यक हो और कार्बनिक विलायक, जैसे — CHCl_3 या CCl_4 का उपयोग करते हैं तो परखनली का उपयोग कीजिए।
3. निश्चयात्मक परीक्षणों के लिए वेल प्लेट को वरीयता दी जानी चाहिए।
4. सभी गैसों की निश्चयात्मकता के लिए, W नली का उपयोग कीजिए (उदाहरण के लिए, CO_3^{2-} , NO_3^- इत्यादि)।

नोट

धनायनों के परीक्षण करने के लिए वेल प्लेट के स्थान पर वॉच ग्लास/पेट्री डिश का उपयोग भी कर सकते हैं।

गुणात्मक विश्लेषण के लिए आवश्यक रसायन

सांद्र HCl , सांद्र H_2SO_4 , तनु H_2SO_4 , चूने का पानी, लेड ऐसीटेट $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KI , स्टार्च, Na_2CO_3 , सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड, BaCl_2 , KMnO_4 , ऐसीटिक अम्ल, ऑक्सैलिक अम्ल, NH_4OH , MnO_2 , Cu चूर्ण, FeSO_4 , तनु HNO_3 , सांद्र HNO_3 , AgNO_3 , CHCl_3 , क्लोरीन जल, अमोनियम मोलिब्डेट, NaOH , नैस्टर अभिकर्मक, H_2S गैस, K_2CrO_4 , ऐल्कोहल, पोटैशियम फेरोसायनाइड, अमोनियम क्लोराइड, पोटैशियम थायोसायनेट, पोटैशियम नाइट्राइट, अमोनियम थायोसायनेट, डाइमेथिल ग्लाइऑक्सिम, अमोनियम कार्बोनेट, अमोनियम सल्फेट, अमोनियम ऑक्सलेट और डाइ सोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट।

अध्याय 4)

गुणात्मक विश्लेषण (कार्बनिक)

प्रयोग 4.1

दिए गये कार्बनिक यौगिक में अतिरिक्त तत्वों को पहचानना

अतिरिक्त तत्वों को पहचानने के लिए लैसे निष्कर्ष (Lassaigne's extract) बनाना आवश्यक है, जिससे अतिरिक्त तत्वों को जल में विलेय आयनों में परिवर्तित किया जा सके।

आवश्यक उपकरण

प्रज्वलन नली 03, टोनाज़ (Tongs), स्पिरिट लैंप/बर्नर, सूक्ष्म स्पैचुला, ड्रॉपर, चाइना डिश, काँच की छड़, त्रिपाद स्टैंड, तार की जाली, कीप और फ़िल्टर पत्र

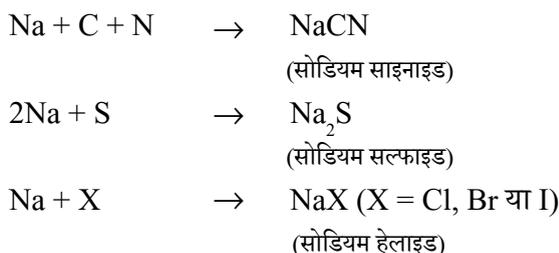
आवश्यक रसायन

सोडियम धातु, फेरस सल्फ़ेट (ठोस), तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल, सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड, लेड ऐसीटेट, ऐसीटिक अम्ल, तनु नाइट्रिक अम्ल, सिल्वर नाइट्रेट, अमोनियम हाइड्रॉक्साइड, क्लोरोफॉर्म/कार्बन टेट्राक्लोराइड तथा क्लोरीन जल

लैसे निष्कर्ष (LE) बनाना

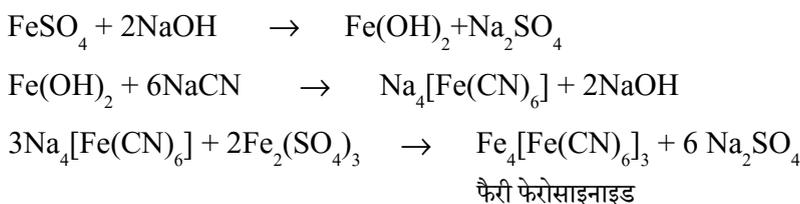
1. ताज़ा कटा हुआ सोडियम धातु का एक छोटा टुकड़ा लीजिए और इसे फ़िल्टर पत्र की परत में रखकर शुष्क कीजिए। इसे एक प्रज्वलन नली में लीजिए।
2. प्रज्वलन नली को टोनास की सहायता से पकड़कर तब तक गर्म करिए जब तक सोडियम पिघलकर चमकदार गोली का आकार न ले ले।
3. गर्म प्रज्वलन नली में सूक्ष्म स्पैचुला की सहायता से एक चुटकी कार्बनिक यौगिक डालिए। यदि यौगिक द्रव हो तो प्रज्वलन नली में पहले चुटकीभर सोडियम कार्बोनेट डालिए तत्पश्चात् कार्बनिक पदार्थ की 2–3 बूँदें डालिए।
4. प्रज्वलन नली के रक्त तप्त होने तक इसे ज्वाला के ऊपरी भाग पर गर्म कीजिए।
5. गर्म प्रज्वलन नली को 5 मिलीलीटर आसुत जल से भरी चाइना डिश में डालें और इसे तुरंत तार की जाली से ढक दीजिए। यदि प्रज्वलन नली स्वतः ही नहीं टूटती तो इसे एक काँच की छड़ से तोड़ दीजिए।

6. यही प्रक्रम अन्य दो और प्रज्वलन नलियों के साथ दोहराइए।
7. चाइना डिश में रखी सामग्री को त्रिपाद स्टैंड पर तार की जाली रखकर दो मिनट तक उबालिए एवं छान लीजिए। यह छनित्र ही लैसे निष्कर्ष (LE) कहलाता है।



नाइट्रोजन का परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में LE की 5 बूँदें लीजिए और इसमें फेरस सल्फेट के कुछ क्रिस्टल डालिए। इसे गर्म कीजिए और तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की 5 बूँदें डालिए। नीले रंग का विलयन या अवक्षेप आना नाइट्रोजन की उपस्थिति निश्चित करता है।

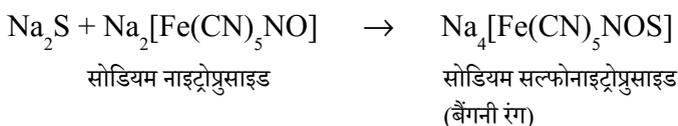


FeSO_4 के वायव ऑक्सीकरण से $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ बनता है।

सल्फर के परीक्षण

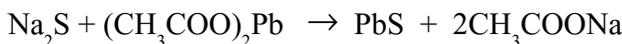
1. सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड परीक्षण

एक वेल-प्लेट में LE की 2 बूँदें लीजिए और 2 बूँदें सोडियम नाइट्रोप्रुसाइड की मिलाइए। बैंगनी रंग का उत्पन्न होना सल्फर की उपस्थिति निश्चित करता है।



2. लेड ऐसीटेट परीक्षण

एक वेल-प्लेट में LE की 2 बूँदें लीजिए। इसमें ऐसीटिक अम्ल की 2 बूँदें एवं तत्पश्चात् लेड ऐसीटेट की एक बूँद मिलाइए। काले अवक्षेप का बनना सल्फ़र की उपस्थिति दर्शाता है।



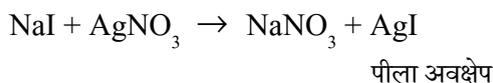
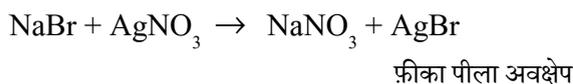
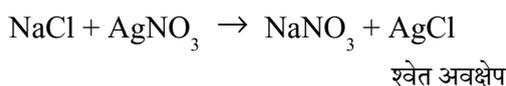
लेड सल्फाइड
(काला अवक्षेप)

हेलोजनों के परीक्षण

1. AgNO_3 परीक्षण

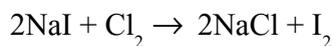
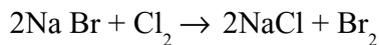
सूक्ष्म परखनली में 5 बूँदें LE लीजिए। इन्हें तनु HNO_3 से अम्लीकृत कीजिए और 2 बूँदें AgNO_3 विलयन मिलाइए। श्वेत या पीले अवक्षेप का बनना हेलोजन की उपस्थिति दर्शाता है। NH_4OH में इसकी विलेयता को परखिए।

- (i) श्वेत अवक्षेप यदि NH_4OH में पूर्णतः विलेय है तो यह क्लोरीन की उपस्थिति सुनिश्चित करता है।
- (ii) NH_4OH में आंशिक विलेय फ़ीका पीला अवक्षेप ब्रोमीन की उपस्थिति सुनिश्चित करता है।
- (iii) NH_4OH में अविलेय पीला अवक्षेप आयोडीन की उपस्थिति सुनिश्चित करता है।



2. परत परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में LE की 4-5 बूँदें लीजिए। इसे तनु HNO_3 से अम्लीकृत कीजिए। इसमें CCl_4 या CHCl_3 की 5 बूँदें मिलाइए जोकि निचली परत बनाती हैं। अब इसमें ताज़ा बने हुए क्लोरीन जल की 5 बूँदें मिलाइए और परखनली को हिलाइए। निचली परत में पीले अथवा नारंगी रंग का प्रकट होना ब्रोमीन की उपस्थिति और बैंगनी रंग का प्रकट होना आयोडीन की उपस्थिति निश्चित करता है।



प्रयोग 4.2

दिए गये कार्बनिक यौगिक में निम्नलिखित प्रकार्यात्मक समूहों में से उपस्थित कोई एक क्रियात्मक समूह पहचानना

1. असंतृप्तता
2. ऐल्कोहॉलिक
3. फिनॉलिक
4. ऐल्डिहाइडिक और कीटोनिक
5. कार्बोक्सिलिक अम्ल
6. ऐमिनो समूह (प्राथमिक)

आवश्यक उपकरण

वेल प्लेट, सूक्ष्म परखनलियाँ, बर्नर, W-नली, ड्रॉपर, प्रज्वलन नलियाँ, जल ऊष्मक (50 मिलीलीटर के बीकर को जल ऊष्मक की तरह उपयोग कीजिए)

आवश्यक रसायन

कैल्सियम कार्बाइड, ऐल्कोहॉलिक फेरिक क्लोराइड, सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट, सोडियम नाइट्राइट, β -नेफथॉल, फेरस सल्फेट, KMnO_4 का क्षारीय विलयन, ब्रोमीन जल, सीरिक अमोनियम नाइट्रेट अभिकर्मक, 2,4-DNP अभिकर्मक, फेलिंग विलयन A, फेलिंग विलयन B, शिफ़ अभिकर्मक, सिल्वर नाइट्रेट, तनु HCl, ऐल्कोहॉल, सोडियम हाइड्रॉक्साइड और ऐसीटोन।

प्रक्रिया

1. असंतृप्तता का परीक्षण

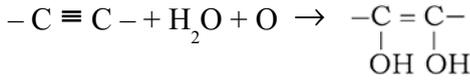
(क) बेयर परीक्षण

- (i) W-नली के एक ओर एक CaC_2 का सूक्ष्म स्पैचुला डालें और दूसरी ओर KMnO_4 का अति तनु क्षारीय विलयन लीजिए।
- (ii) CaC_2 वाली ओर जल की कुछ बूँदें मिलाइए एवं नली के मुख को अपने अँगूठे से बंद कर दीजिए। उत्पन्न ऐसीटिलीन गैस W-नली के दूसरी ओर जाती है और KMnO_4 विलयन से अभिक्रिया करती है जिससे KMnO_4 कुछ सेकेंड में रंगहीन हो जाता है।



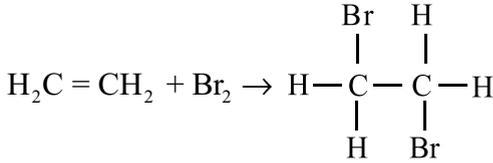
बैंगनी

रंगहीन



(ख) ब्रोमीन जल परीक्षण

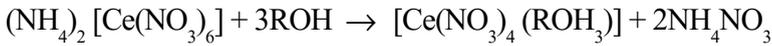
क्षारीय KMnO_4 विलयन के स्थान पर ब्रोमीन जल की कुछ बूँदें लेकर उपरोक्त प्रयोग को दोहराइए। पीला ब्रोमीन जल रंगहीन हो जाता है।



2. ऐल्कोहॉल का परीक्षण

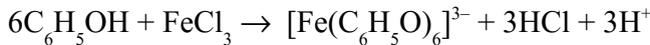
सीरिक अमोनियम नाइट्रेट परीक्षण

यदि कार्बनिक पदार्थ द्रव है तो इसकी 3-4 बूँदें और यदि यह ठोस है तो इसके ऐसीटोन में विलयन की 3-4 बूँदें एक सूक्ष्म परखनली में लीजिए और उसमें सीरिक अमोनियम नाइट्रेट की एक बूँद मिलाइए। वाइन-लाल रंग की उत्पत्ति ऐल्कोहॉलिक समूह की उपस्थिति निश्चित करती है।



3. फ़िनाॅल का परीक्षण

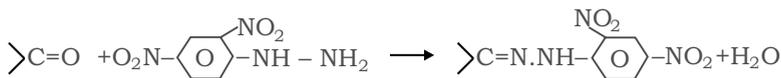
ऐल्कोहॉल में पदार्थ के विलयन की 3-4 बूँदें लीजिए और इसमें ऐल्कोहॉलिक FeCl_3 की एक बूँद मिलाइए। हरे या नीले या बैंगनी रंग की उत्पत्ति फ़िनाॅलिक समूह की उपस्थिति दर्शाती है।



4. ऐल्डिहाइड और कीटोन का परीक्षण

3-4 बूँदें 2,4-DNP अभिकर्मक की लीजिए और इसमें द्रव पदार्थ की एक बूँद और यदि पदार्थ ठोस है तो इसके ऐल्कोहॉल में विलयन की एक बूँद मिलाइए।

पीले या लाल अवक्षेप का बनना कार्बोनिल समूह ($>C=O$) की उपस्थिति दर्शाता है। यह परीक्षण ऐल्डिहाइड और कीटोन दोनों के लिए लागू होता है।



ऐल्डिहाइड और कीटोन में विभेद करने के लिए परीक्षण

निम्नलिखित परीक्षण केवल 'ऐल्डिहाइड' देते हैं। यदि ये परीक्षण नकारात्मक हैं तो पदार्थ को कीटोन माना जाता है।

(i) शिफ़ अभिकर्मक परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में द्रव पदार्थ की 3-4 बूँदें और यदि ठोस हो तो पदार्थ के ऐल्कोहॉलिक विलयन की 3-4 बूँदें लीजिए और इसमें शिफ़ अभिकर्मक की 2-3 बूँदें मिलाइए। गुलाबी रंग की उत्पत्ति ऐल्डिहाइड की उपस्थिति दर्शाती है।

(ii) फेलिंग विलयन परीक्षण

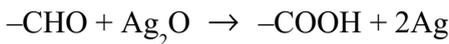
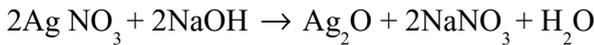
एक सूक्ष्म परखनली में फेलिंग विलयन A और फेलिंग विलयन B प्रत्येक की 5-5 बूँदें मिलाइए। इसमें द्रव पदार्थ की 2 बूँदें या ठोस पदार्थ के ऐल्कोहॉलिक विलयन की 2 बूँदें मिलाइए। इसे 2-3 मिनट तक जल ऊष्मक में गर्म कीजिए। क्युप्रस ऑक्साइड बनने के कारण ईंट जैसे लाल रंग के अवक्षेप का उत्पन्न होना ऐल्डिहाइड की उपस्थिति दर्शाता है।

नोट

यह परीक्षण 'ऐरोमेटिक ऐल्डिहाइड' नहीं देते।

(iii) टॉलेन अभिकर्मक परीक्षण (रजत दर्पण परीक्षण)

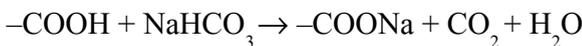
एक सूक्ष्म परखनली में 5 बूँदें सिल्वर नाइट्रेट विलयन लीजिए। इसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन की 1 बूँद मिलाइए और हिलाइए। सिल्वर ऑक्साइड का गहरा भूरा अवक्षेप बनता है। इस अवक्षेप को अमोनियम हाइड्रॉक्साइड की बूँद-बूँद मिलाते हुए घोल लीजिए। अब कार्बनिक पदार्थ के जलीय या ऐल्कोहॉलिक विलयन की एक बूँद मिलाइए। अभिक्रिया मिश्रण को जल ऊष्मक में 5 मिनट तक गर्म कीजिए। परखनली की आंतरिक दीवार पर रजत दर्पण का बनना ऐल्डिहाइड की उपस्थिति दर्शाता है। (कभी-कभी रजत दर्पण के स्थान पर काला अवक्षेप बनता है।)



5. कार्बोक्सिलिक समूह का परीक्षण

सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट परीक्षण

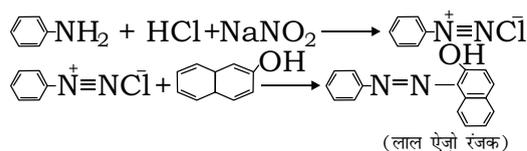
एक सूक्ष्म परखनली में 5% सोडियम हाइड्रोजन कार्बोनेट विलयन की लगभग 4-5 बूँदें लीजिए। इसमें द्रव कार्बनिक पदार्थ की कुछ बूँदें अथवा एक चुटकी ठोस पदार्थ मिलाइए। तीक्ष्ण बुदबुदाहट कार्बोक्सिलिक अम्ल की उपस्थिति दर्शाती है।



6. ऐमिनो समूह का परीक्षण (प्राथमिक ऐरोमेटिक ऐमीन)

ऐजो रंजक परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में कार्बनिक पदार्थ की एक बूँद अथवा एक चुटकी ठोस पदार्थ लेकर इसे तनु HCl में घोल लीजिए। इसे 0-5°C तक ठंडा कीजिए और इसमें सोडियम नाइट्राइट के ठंडे विलयन की 10 बूँदें मिलाइए। इस तरह डाइऐजोनियम क्लोराइड लवण का विलयन बनता है। एक दूसरी सूक्ष्म परखनली में β-नैफ्थॉल (2-नैफ्थॉल) का एक छोटा क्रिस्टल लीजिए और इसे तनु NaOH विलयन की न्यूनतम मात्रा में घोल लीजिए और 0-5°C तक ठंडा करें। फिर इसे पहले से प्राप्त डाइऐजोनियम क्लोराइड विलयन में धीरे-धीरे हिलाते हुए मिलाइए। नारंगी या लाल रंग के रंजक का बनना ऐरोमेटिक प्राथमिक ऐमीन की उपस्थिति दर्शाता है।



अध्यापक के लिए नोट
प्रकार्यात्मक समूह परीक्षण के लिए कार्बनिक पदार्थों की सूची

मेथेनॉल	2-नैफ्थॉल (β -नैफ्थॉल)
एथेनॉल	मेथेनल (फोर्मल्डहाइड)
प्रोपेन-2-ऑल	एथेनल (ऐसीटैल्डहाइड)
फीनॉल	प्रोपेनोन (ऐसीटोन)
रिसोर्सिनॉल	ब्यूटेन-2-ऑन (एथिलमेथिलकीटोन)
एथेनोइक अम्ल (ऐसीटिक अम्ल)	ऐनीलीन
बेन्जोइक अम्ल	
ऑक्सैलिक अम्ल	
सिट्रिक अम्ल	

प्रयोग 4.3

कार्बोहाइड्रेट, वसा और प्रोटीन का शुद्ध अवस्था में अभिलक्षण एवं दिए गए भोज्य पदार्थ में उनकी पहचान करना

आवश्यक उपकरण

वैल-प्लेट, दस सूक्ष्म परखनलियाँ, परखनली स्टैंड, पास्तेर पिपेट, ड्रॉपर, सूक्ष्म स्पैचुला, स्पिरिट लैंप/बर्नर, तिपाया स्टैंड और चाइना डिश

आवश्यक रसायन

मोलिश अभिकर्मक, सांद्र H_2SO_4 , सांद्र HNO_3 , बेनेडिक्ट विलयन, फेलिंग विलयन A, फेलिंग विलयन B, सिल्वर नाइट्रेट, NH_4OH , $NaOH$, आयोडीन विलयन, स्टार्च विलयन, पोटेशियम हाइड्रोजन सल्फेट, कॉपर सल्फेट, ग्लूकोस और α -नेफथॉल

आवश्यक भोज्य पदार्थ

चना, मूँगफली/सरसों का तेल, गेहूँ का आटा, दूध, अँगूर का रस और अंडा

कार्यविधि

1. कार्बोहाइड्रेट का परीक्षण

मोलिश परीक्षण

एक सूक्ष्म स्पैचुला ग्लूकोस को 2 ML जल में घोलकर पारदर्शी विलयन बनाइए। उपरोक्त ग्लूकोस विलयन की 5 बूँदें एक सूक्ष्म परखनली में लेकर इसमें α -नेफथॉल के ऐल्कोहॉल में बने विलयन की 2-3 बूँदें मिलाइए और फिर इसमें सूक्ष्म परखनली के किनारे से सांद्र H_2SO_4 की 2-3 बूँदें मिलाइए। दोनों सतहों के संयोजन बिंदु पर बैंगनी रंग के छल्ले का बनना कार्बोहाइड्रेट की उपस्थिति दर्शाता है।

2. अपचायी शर्करा का परीक्षण

(i) फेलिंग परीक्षण

फेलिंग विलयन A और फेलिंग विलयन B में से प्रत्येक की 3-3 बूँदें एक सूक्ष्म परखनली में लीजिए और इसमें ग्लूकोस के उपरोक्त विलयन की 2-3 बूँदें मिलाइए। सामग्री को जल ऊष्मक में लगभग 2 मिनट गर्म कीजिए। क्युप्रस

ऑक्साइड के ईट जैसे लाल रंग के अवक्षेप का उत्पन्न होना अपचायी गुण वाले कार्बोहाइड्रेट जैसे ग्लूकोस और फ्रक्टोस की उपस्थिति दर्शाता है।

(ii) बेनेडिक्ट परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में 5 बूँदें बेनेडिक्ट विलयन लीजिए। बनाये गए उपरोक्त ग्लूकोस विलयन की 2-3 बूँदें इसमें मिलाइए। कॉपर ऑक्साइड के बनने से उत्पन्न लाल अवक्षेप का बनना अपचायी गुण वाले कार्बोहाइड्रेट जैसे ग्लूकोस और फ्रक्टोस की उपस्थिति दर्शाता है।

(iii) टॉलेन अभिकर्मक परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में 5 बूँदें ताजा बना हुआ सिल्वर नाइट्रेट (2%) लीजिए। इसमें सोडियम हाइड्रॉक्साइड की 1 बूँद मिलाइए और हिलाइए। सिल्वर ऑक्साइड का गहरा भूरा अवक्षेप बनता है। बूँद-बूँद कर अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाते हुये इस अवक्षेप को घोल लीजिए। अब बनाये गए उपरोक्त ग्लूकोस विलयन की 2-3 बूँदें इसमें मिलाइए और इस मिश्रण को (बिना हिलाए) जल ऊष्मक में 5 मिनट गर्म कीजिए। परखनली की आंतरिक सतह पर रजत दर्पण या काले अवक्षेप का बनना अपचायी शर्करा की उपस्थिति दर्शाता है।

उपरोक्त खाद्य पदार्थों के परीक्षण में ग्लूकोस विलयन के स्थान पर अँगूर का रस उपयोग में लिया जा सकता है।

3. स्टार्च का परीक्षण

आयोडीन परीक्षण

पदार्थ (गेहूँ का आटा) की थोड़ी सी मात्रा को जल में घोलकर कोलॉइडी विलयन बनाइए। इसमें आयोडीन की कुछ बूँदें मिलाइए। नीले रंग का उत्पन्न होना स्टार्च की उपस्थिति दर्शाता है।

4. तेल और वसा का परीक्षण

एक सूक्ष्म परखनली में 4-5 बूँदें मूँगफली का तेल/सरसों का तेल/घी लेकर उसमें शुष्क पोटैशियम हाइड्रोजन सल्फेट के कुछ क्रिस्टल मिलाइए और धीरे-धीरे गर्म कीजिए। तीखी गंध तेल या वसा की उपस्थिति दर्शाती है। खाद्य पदार्थ में तेल या वसा की उपस्थिति निम्नलिखित प्रकार से देखी जा सकती है—

दिए गए खाद्य पदार्थ के 1 g को खरल में कूटिये और इसे एक स्वच्छ सफ़ेद कागज़ पर रखिए (फ़िल्टर पत्र का उपयोग मत कीजिए)। कागज़ को मोड़िये और दबाइये। कागज़ को खोलिए, खाद्य पदार्थ को हटाइए और कागज़ को सूर्य के प्रकाश में देखिए। अभिसारी धब्बों की उपस्थिति तेल/वसा की उपस्थिति बताती है।

5. प्रोटीन का परीक्षण

(i) बाइयूरेट परीक्षण

अंडे के एल्ब्युमिन (अंडे का सफ़ेद भाग) की 2–3 बूँदों को 4–5 बूँदें जल और 2 बूँदें सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलयन के साथ गर्म कीजिए। फिर इसमें कॉपर सल्फ़ेट की कुछ बूँदें मिलाइए। बैंगनी रंग की उत्पत्ति प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाती है।

(ii) ज़ेन्थोप्रोटिक परीक्षण

2 बूँदें अंडे के एल्ब्युमिन को 4–5 बूँदें जल में लीजिए और इसमें सांद्र HNO_3 की 2–3 बूँदें मिलाकर गर्म कीजिए। पीला अवक्षेप प्रोटीन की उपस्थिति दर्शाता है।

अध्याय 5)

क्रोमेटोग्राफी

क्रोमेटोग्राफी तकनीक का उपयोग पदार्थों के मिश्रण से पृथक्करण, शुद्धिकरण एवं पहचानने में विस्तृत रूप में किया जाता है। क्रोमेटोग्राफी पृथक्करण की वह भौतिक विधि है, जिसमें पृथक् होने वाले घटकों को दो प्रावस्थाओं में वितरित किया जाता है। जिनमें एक प्रावस्था स्थिर व दूसरी गतिशील होती है, जो एक निश्चित दिशा में गति करती है। घटकों का पृथक्करण अधिशोषण या वितरण द्वारा होता है।

1. अधिशोषण क्रोमेटोग्राफी

अधिशोषण क्रोमेटोग्राफी में पदार्थों का स्थिर प्रावस्था पर चयनात्मक अधिशोषण होता है। जितना अधिक अधिशोषण होगा, पदार्थ की गतिशील प्रावस्था के साथ गति उतनी ही कम होगी। कॉलम एवं थिन लेयर क्रोमेटोग्राफी (TLC) अधिशोषण क्रोमेटोग्राफी के सामान्य उदाहरण है।

(i) कॉलम क्रोमेटोग्राफी

इसमें स्थिर प्रावस्था, ग्लास कॉलम में पैक किया हुआ एक उपयुक्त अधिशोषक होता है। गतिशील प्रावस्था (एक उपयुक्त विलायक) पैक किए कॉलम से नीचे बहता है। दुर्बल रूप से अधिशोषित प्रारंभ में हटते हैं फिर प्रबल अधिशोषित पदार्थ हटते हैं। इससे उनका पृथक्करण होता है।

(ii) थिन लेयर क्रोमेटोग्राफी (TLC)

इसमें थिन लेयर एक ग्लास प्लेट से जुड़ी हुई उपयुक्त अधिशोषक की पतली परत होती है। गतिशील प्रावस्था (एक उपयुक्त विलायक) केशिका प्रभाव से ऊपर चढ़ती है। दुर्बल रूप से अधिशोषित पदार्थ प्रबल रूप से अधिशोषित पदार्थ की तुलना में गतिशील प्रावस्था के साथ तेजी से चढ़ता है। इससे उनका पृथक्करण हो जाता है।

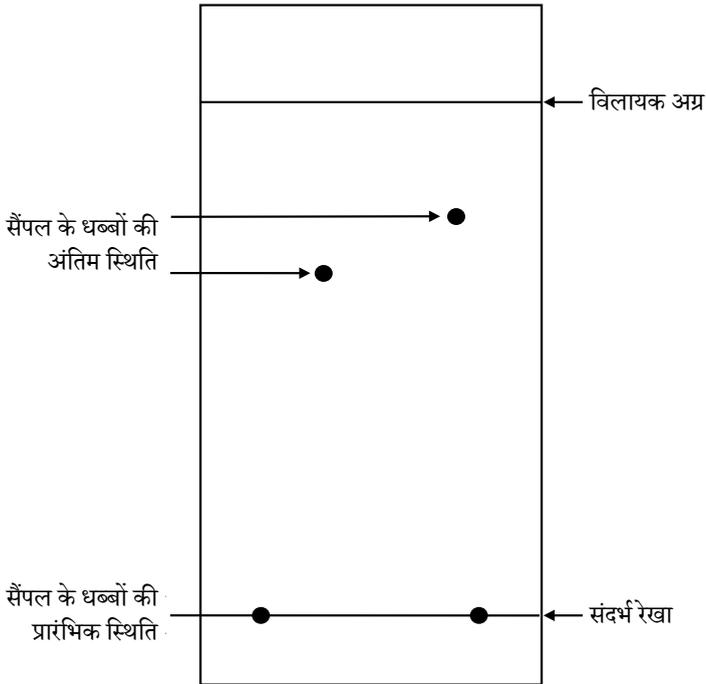
2. वितरण क्रोमेटोग्राफी

पेपर क्रोमेटोग्राफी वितरण क्रोमेटोग्राफी का सामान्य उदाहरण है जिसमें पेपर के छिद्रों में स्थित जल स्थिर प्रावस्था होती है एवं एक उपयुक्त विलायक गतिशील

प्रावस्था होती है। पृथक्करण पदार्थ के दोनों प्रावस्थाओं में वितरण पर निर्भर करता है। पदार्थ जो गतिशील प्रावस्था में अधिक विलेय होता है, उसके साथ अधिक तेजी से गति करता है। इससे विभिन्न पदार्थों का पृथक्करण हो जाता है। एक दिए गए ताप पर एक निश्चित विलायक (गतिशील प्रावस्था) का उपयोग करने पर विभिन्न पदार्थ विभिन्न वेगों से गति करते हैं। ये विभिन्न वेग पद 'R_f' धारण कारक (Retention factor) के रूप में व्यक्त किए जाते हैं।

$$R_f = \frac{\text{पदार्थ द्वारा संदर्भ रेखा से तय की गई दूरी}}{\text{विलायक अग्र द्वारा संदर्भ रेखा से तय की गई दूरी}}$$

सैंपल के प्रारंभिक स्थिति को जोड़ने वाली क्षैतिज रेखा को संदर्भ रेखा कहते हैं।



चित्र 5.1 — संदर्भ रेखा एवं विलायक फ्रंट को दर्शाने वाली पेपर क्रोमेटोग्राफी

चूँकि, पदार्थ की तुलना में विलायक अग्रान्त अधिक तेज़ी से गति करता है, अतः किसी पदार्थ के लिए R_f का मान सदैव एक से कम होगा। यह भी ध्यान रखिए कि R_f की कोई इकाई नहीं है। यदि यौगिक रंगीन है तो क्रोमेटोग्राफी पेपर पर इसकी स्थिति आसानी से ज्ञात की जा सकती है। यदि पदार्थ रंगहीन है तो इसे किसी उपयुक्त अभिकर्मक से अभिक्रियत कर अभिलक्षणिक रंग देता है। इस अभिकर्मक को विकासक (डेवेलपर) कहा जाता है। पेपर क्रोमेटोग्राफी में सबसे अधिक उपयोग किया जाने वाला डेवेलपर आयोडीन है। धब्बों को ज्ञात करने के लिए और अन्य कई विधियाँ उपलब्ध हैं।

प्रयोग 5.1

पेपर क्रोमेटोग्राफी द्वारा पत्तियों एवं पुष्पों के निष्कर्ष से वर्णकों के पृथक्करण का अध्ययन करना एवं उनके R_f मान ज्ञात करना

आवश्यक उपकरण

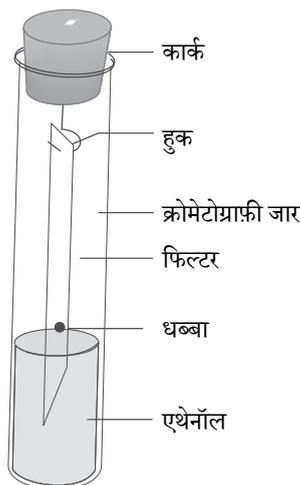
हुक एवं कॉर्क सहित क्रोमेटोग्राफी जार 6 mm × 15 cm की पेपर स्ट्रिप, केशनली और काली पेंसिल

आवश्यक रसायन

एथेनॉल और पत्तियों/पुष्पों/स्याही का निष्कर्ष

विधि

1. 15 सेंटीमीटर लंबी फ़िल्टर पेपर के एक किनारे से लगभग 3 सेंटीमीटर दूरी पर पेंसिल की सहायता से एक क्षैतिक संदर्भ रेखा खींचिए।
2. संदर्भ रेखा पर केशनली की सहायता से पत्तियों, पुष्पों आदि के निष्कर्ष का एक धब्बा बनाइए।
3. जार में 5 से 6 mL एथेनॉल डालिए।
4. कॉर्क में लगे हुए हुक पर इस पेपर-स्ट्रिप को लगाइए।
5. फ़िल्टर पेपर को सावधानी से जार में डालिए, ताकि इसका निचला भाग एथेनॉल में डूब जाए। धब्बा एथेनॉल के स्तर से ऊपर होना चाहिए।
6. एथेनॉल के पेपर-स्ट्रिप पर 3/4" चढ़ने तक की प्रतीक्षा कीजिए।
7. जार में से स्ट्रिप को हटाइए और धब्बों एवं विलायक अग्रान्त की स्थिति को फ़िल्टर पेपर पर चिह्नित करिए।
8. संदर्भ रेखा से विभिन्न धब्बों एवं विलायक द्वारा तय की गई दूरी को नापिए।
9. एक नयी स्ट्रिप एवं जल का विलायक लेते हुए समान क्रियाविधि को दोहराइए।



चित्र 5.2 — ऊर्ध्व क्रोमेटोग्राफी व्यवस्था

प्रेक्षण

क्रमांक	विलायक का नाम	पृथक किए गए घटकों के रंग		घटकों द्वारा तय की गई दूरी		विलायक द्वारा तय की गई दूरी		R _f मान	
		क	ख	क	ख			क	ख
1.	ऐल्कोहॉल								
2.	जल								

परिणाम

.....

.....

.....

.....

.....

.....

सावधानियाँ

1. धब्बे को फैलने से रोकने के लिए पेपर पर धब्बा बनाने के लिए बारीक केशनली का उपयोग कीजिए।
2. फ़िल्टर स्ट्रिप पर धब्बा बनाने के पश्चात् जार में रखने से पूर्व इसे पूर्णतया सूखने दीजिए।
3. स्ट्रिप को विलायक में इस प्रकार डुबोइए कि मिश्रण का धब्बा विलायक से ऊपर रहे।
4. सुनिश्चित कीजिए कि फ़िल्टर पेपर जार में बिना दीवारों को स्पर्श किए स्वतंत्रतापूर्वक लटका रहें।
5. क्रोमेटोग्राम के विकसित होने तक जार को ढककर रखिए।
6. एक बार प्रयोग व्यवस्थित होने पर क्रोमेटोग्राम के विकसित होने तक जार को बाधित न करें।

प्रयोग 5.2

दो धनायनों (Pb^{2+} और Cd^{2+}) वाले अकार्बनिक मिश्रण से पेपर क्रोमेटोग्राफी तकनीक का उपयोग करते हुए घटकों को पृथक कीजिए

सिद्धांत

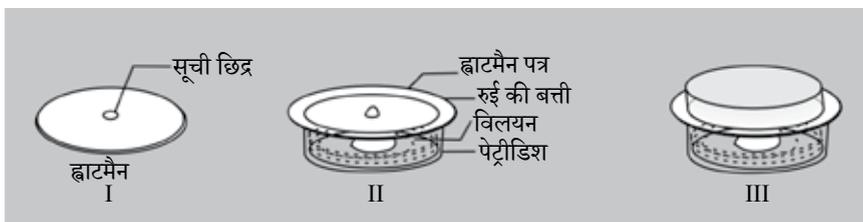
धनायनों को पृथक करने का सिद्धांत वही है जो प्रयोग 5.1 में बताया गया है। यहाँ पर पृथक होने वाले दोनों धनायन रंगहीन हैं। अतः यहाँ एक विकासक (डेवेलपर) की आवश्यकता है। यहाँ पर क्रोमेटोग्राफिक पेपर या प्लेट पर इन आयनों की स्थिति ज्ञात करने के लिए अमोनियम सल्फाइड ($(NH_4)_2S$) को उपयोग में लिया जा सकता है।

आवश्यक उपकरण

पेट्रीडिश 2, रुई और वृत्ताकार ह्याटमैन पत्र

आवश्यक रसायन

दो धनायन (Pb^{2+} और Cd^{2+}) के मिश्रण का विलयन अमोनियम सल्फाइड विलयन, विकासक विलायक एथेनॉल, 6M HNO_3 एवं जल 8:1:1 अनुपात में



चित्र 5.3 — क्षैतिज क्रोमेटोग्राफी के लिए व्यवस्था

कार्यविधि

1. वृत्ताकार पेपर पर चिह्नित केंद्र पर मिश्रण का बिंदु रखिए।
2. रुई की एक बत्ती बनाइए।
3. एक पिन की सहायता से बिंदु पर रुई की बत्ती के नुकीले सिरे को घुसाइए।
4. बत्ती के आधार को पेट्रीडिश में लिए हुए विलायक में रखिए और इसे कुछ देर के लिए पड़ा रहने दीजिए। पेपर को दूसरी पेट्रीडिश से ढक दीजिए।

- पेपर (क्रोमेटोग्राम) को बाहर निकालिए, विलायक अग्रान्त को चिह्नित कीजिए और सुखाइए। इसके ऊपर अमोनियम सल्फाइड विलयन छिड़किए।
- दोनों घटकों (धनायन) के लिए R_f मान की गणना कीजिए।

प्रेक्षण

क्रमांक	धनायन के बिंदुओं का रंग	संदर्भ रेखा से बिंदु के घटकों द्वारा तय की गयी दूरी	संदर्भ रेखा से विलायक द्वारा तय की गयी दूरी	R_f मान
1.				
2.				

परिणाम

Pb^{2+} छल्ले (PbS बनने के कारण काला छल्ला बनता है) के लिए R_f मान =

Cd^{2+} छल्ले (CdS बनने के कारण पीला छल्ला बनता है) के लिए R_f मान =

नोट

अमोनियम सल्फाइड को 100 mL H_2O और 10 mL अमोनिया द्रव के मिश्रण में H_2S गैस को लगभग 45 मिनट गुजार कर बनाया जा सकता है।

सावधानियाँ

- बिंदु को फैलने से बचाने के लिए बिंदु को एक बारीक केशनली में रखिए।
- बिंदु को फ़िल्टर पेपर पर रखने के पश्चात् उसे पूर्णतया सूखने दीजिए।
- बत्ती की नोक बारीक होनी चाहिए।
- फ़िल्टर पेपर का आकार पेट्रीडिश से थोड़ा बड़ा होना चाहिए।
- क्रोमेटोग्राम के विकसित होने तक फ़िल्टर पेपर को पेट्रीडिश से ढककर रखिए।
- एक बार प्रयोग प्रारंभ होने के पश्चात् क्रोमेटोग्राम के विकसित होने तक पेट्रीडिश को बाधित मत कीजिए।
- क्रोमेटोग्राम के पूर्ण सूखने के पश्चात् ही इस पर विकासक का छिड़काव कीजिए।

अध्याय 6)

यौगिकों को बनाना

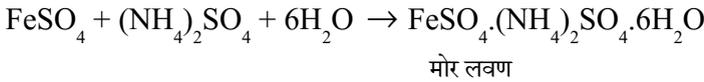
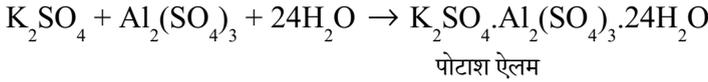
1. अकार्बनिक यौगिकों का बनाना

प्रयोग 6.1

द्विक लवण का बनाना (i) पोटेश ऐलम (ii) फेरस अमोनियम सल्फेट (मोर लवण)

सिद्धांत

जब एक मिश्रण में द्विक लवण के घटकों के समान मोल उपस्थित हों तो उस विलयन में से क्रिस्टलीकृत करने पर निम्नानुसार द्विलवण बनता है—



मिश्रण में Al^{3+} आयन एवं Fe^{2+} आयन का जल अपघटन रोकने के लिए तनु सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाया जाता है

आवश्यक उपकरण

दो बीकर (50 mL), काँच की छड़, सूक्ष्म निस्पंदन इकाई, तिपाई स्टैंड और स्पिट लैंप

आवश्यक रसायन

पोटेशियम सल्फेट (K_2SO_4), ऐलुमिनियम सल्फेट [$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$], फेरस सल्फेट ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), अमोनियम सल्फेट [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] और तनु सल्फ्यूरिक अम्ल

कार्यविधि

1. पोटेश ऐलम

- (i) एक 50 mL के बीकर में 10 mL आसुत जल में 1.7 g पोटेशियम सल्फेट विलेय लीजिए।

- (ii) एक अन्य 50 mL बीकर में 10 mL आसुत जल में 4.5 g ऐलुमिनियम सल्फ़ेट विलेय लीजिए। इसमें 4–5 बूँदें तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल की मिलाइए।
- (iii) दोनों विलयनों को मिलाइए।
- (iv) संतृप्त बिंदु के आने तक परिणामी विलयन को गर्म कर सांद्रित कीजिए। इसे एक काँच की छड़ के शीर्ष को विलयन में डुबोकर बाहर निकालकर उस सिरे पर हवा फूँक कर जाँच कीजिए। संतृप्त बिंदु पर काँच की छड़ के सिरे पर छोटे-छोटे क्रिस्टल दिखाई देते हैं।
- (v) विलयन को कमरे के ताप तक ठंडा कीजिए और कुछ घंटों के लिए छोड़ दीजिए। धीरे-धीरे पोटेश ऐलम के क्रिस्टल पृथक हो जाते हैं।
- (vi) निस्संयंदन (फ़िल्ट्रेशन) द्वारा क्रिस्टलों को पृथक कीजिए, शीतल जल से धोइए, फ़िल्टर पेपर की परतों में सुखाइए और लब्धि नोट कीजिए।

परिणाम

लब्धि g

रंग

आकार

2. मोर लवण

एक 50 mL के बीकर में 15 mL जल में 2.8 g फेरस सल्फ़ेट ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) और 1.3 g अमोनियम सल्फ़ेट $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ विलेय कीजिए।

- (i) इसमें तनु सल्फ़्यूरिक अम्ल की 5–6 बूँदें मिलाइए।
- (ii) संतृप्त बिंदु के आने तक विलयन को गर्म कर सांद्रित कीजिए।
- (iii) विलयन को कमरे के ताप तक ठंडा कीजिए और कुछ घंटों के लिए छोड़ दीजिए। धीरे-धीरे मोर लवण के क्रिस्टल पृथक हो जाते हैं।
- (iv) क्रिस्टलों को छान लीजिए और फ़िल्टर पेपर की परतों में रखकर सुखा लीजिए और इनका भार ले लीजिए।

परिणाम

लब्धि g.

रंग

आकार

सावधानी

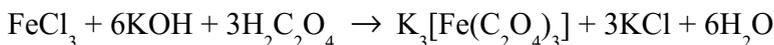
हो सकता है कि ठंडा करने पर क्रिस्टल तुरंत न बनें। इस अवस्था में विलयन को रातभर रखा रहने दीजिए।

प्रयोग 6.2

पोटैशियम ट्राइऑक्सलेटोफैरेट (III) बनाना

सिद्धांत

पोटैशियम ट्राइऑक्सलेटोफैरेट (III) के हरे रंग के क्रिस्टल फेरिक क्लोराइड, ऑक्सैलिक अम्ल और पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड युक्त जलीय विलयन से प्राप्त होते हैं।



आवश्यक उपकरण

बीकर (50 mL), चाइना डिश, सूक्ष्म निस्स्यंदन इकाई, बर्नर/स्प्रिट लैंप, त्रिपाद स्टैंड और काँच की छड़

आवश्यक रसायन

ऑक्सैलिक अम्ल $[(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$, पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH) और फेरिक क्लोराइड (FeCl_3)

कार्यविधि

1. एक स्वच्छ 50 mL बीकर में 1.5 g ऑक्सैलिक अम्ल को 10 mL गर्म जल में विलेय कर ऑक्सैलिक अम्ल का विलयन बनाइए।
2. उपरोक्त विलयन में 1.9 g पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड विलयन को धीरे-धीरे हिलाते हुए मिलाइए ताकि यह पूर्णतः विलेय हो जाए।
3. अब अभिक्रिया मिश्रण को लगातार हिलाते हुए 1.2 g फेरिक क्लोराइड मिलाइए जिससे कि यह पूर्णतः विलेय हो जाए।
4. अब इस हरे विलयन को एक चाइना डिश में संतृप्त बिंदु के आने तक गर्म कर सांद्रित कीजिए। विलयन को धीरे-धीरे ठंडा कीजिए और कुछ घंटों के लिए छोड़ दीजिए।
5. बने हुए क्रिस्टलों को छानिए और फ़िल्टर पेपर की परतों में रखकर सुखा लीजिए।
6. लब्धि नोट कीजिए।

परिणाम

पोटैशियम ट्राइऑक्सलेटोफैरेट (III) की लब्धि.....g.

सावधानी

हो सकता है पोटैशियम ट्राइऑक्सलेटोफैरेट के क्रिस्टल ठंडा करने पर तुरंत प्राप्त न हों। विलयन को पूरी रात रखना पड़ सकता है।

2. कार्बनिक यौगिकों को बनाना

प्रयोग 6.3

ऐसीटेनीलाइड बनाना

सिद्धांत

ऐनिलीन के NH_2 समूह के एक हाइड्रोजन को $\text{CH}_3\text{CO}-$ समूह से प्रतिस्थापित करने पर ऐसीटेनीलाइड बनता है। ऐसीटिल क्लोराइड के साथ ऐसीटिलीकरण ग्लैशियल ऐसीटिक अम्ल की उपस्थिति में किया जाता है।



आवश्यक उपकरण

क्वथन नली, जल ऊष्मक, गलनांक युक्ति, सूक्ष्म निस्स्यंदन इकाई और बीकर (50 mL)

आवश्यक रसायन

ऐनिलीन, ग्लैशियल ऐसीटिक अम्ल, ऐसीटिल क्लोराइड और नीला लिटमस पेपर

कार्यविधि

1. एक शुष्क क्वथन नली में 1 mL ऐनिलीन लीजिए, इसमें 1 mL ऐसीटिक अम्ल मिलाइए और दोनों को पूर्णतः मिश्रित कीजिए।
2. उपरोक्त मिश्रण में एक बार में 4-5 बूंदों के भागों में 1 mL ऐसीटिल क्लोराइड हिलाते हुए मिलाइए। मिश्रण गर्म हो जाता है। यदि क्वथन नली को छूना असहनीय हो जाए तो इसे नल के जल से ठंडा कीजिए।
3. ऐसीटिल क्लोराइड की पूर्ण मात्रा मिलाने के पश्चात् मिश्रण को 15 मिनट तक ज्वाला पर हिलाते हुए गर्म कीजिए। अभिक्रिया मिश्रण उबलना नहीं चाहिए।
4. क्वथन नली को ठंडा कीजिए और मिश्रण को 50 mL के बीकर में हिमशीत जल (10 mL) में लगातार हिलाते हुए मिलाइए।

5. श्वेत अवक्षेप के रूप में पृथक हुए ऐसीटेनीलाइड को छानिए और जल से धोइए जब तक कि छनित्र लिटमस के प्रति उदासीन न हो जाए ।
6. अपरिष्कृत ऐसीटेनीलाइड की थोड़ी सी मात्रा को गर्म जल के द्वारा क्रिस्टलीकृत कीजिए । श्वेत चमकदार, सुई के आकार के क्रिस्टल प्राप्त होते हैं ।
7. क्रिस्टलों को सुखाइए, तोलिये और उनका गलनांक ज्ञात कीजिए । अपरिष्कृत पदार्थ की लब्धि ज्ञात कीजिए और क्रिस्टलीय नमूने का गलनांक ज्ञात कीजिए ।

परिणाम

लब्धि = g

गलनांक = °C

सावधानियाँ

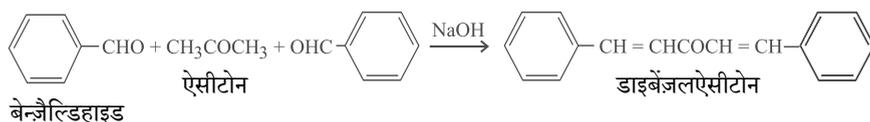
1. पूर्णतः शुष्क क्वथन नली का उपयोग कीजिए ।
2. ऐसीटिल क्लोराइड मिलाने पर एवं गर्म करने पर उत्पन्न वाष्प को मत सूँघिए ।
3. गलनांक ज्ञात करने के लिए पूर्णतः शुष्क एवं क्रिस्टलीय नमूने का ही उपयोग कीजिए ।

प्रयोग 6.4

डाइबेजलऐसीटोन (डाइबेंजीलिडीन ऐसीटोन) बनाना

सिद्धांत

एल्डिहाइड एवं कीटोन का α -हाइड्रोजन अम्लीय प्रवृत्ति का होता है। तनु क्षारक की उपस्थिति में α -हाइड्रोजन युक्त एल्डिहाइड या कीटोन ऐरोमेटिक एल्डिहाइड के साथ संघनित होकर α, β -असंतृप्त एल्डिहाइड या कीटोन देता है। यह अभिक्रिया क्लेज-शिमिट अभिक्रिया कहलाती है। उदाहरण के लिए, बेन्ज़ैल्डिहाइड ऐसीटोन के साथ जलीय सोडियम हाइड्रॉक्साइड की उपस्थिति में संघनित होकर डाइबेजलऐसीटोन देता है।



आवश्यक उपकरण

सूक्ष्म कोनिकल फ्लास्क, बीकर (50 mL), गलनांक युक्ति, थर्मामीटर और सूक्ष्म निस्स्यंदन इकाई

आवश्यक रसायन

एथेनॉल, NaOH, बेन्ज़ैल्डिहाइड, ऐसीटोन और बर्फ

कार्यविधि

1. एक 50 mL के बीकर में 8 mL एथेनॉल एवं 10 mL जल लेकर उसमें 1 g सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन बनाइए। इसे 10–15°C तक ठंडा कीजिए।
2. एक सूक्ष्म कोनिकल फ्लास्क में 1 mL बेन्ज़ैल्डिहाइड और 0.5 mL ऐसीटोन का मिश्रण बनाइए। इसे भी ठंडा कीजिए। इस मिश्रण का आधा भाग पद (1) में बनाए गए ठंडे NaOH विलयन में धीरे-धीरे हिलाते हुए मिलाइए। 1–2 मिनट में फूला हुआ अवक्षेप बनता है। मिश्रण को करीब 5 मिनट तक धीरे-धीरे विलोडित कीजिए।
3. 5 मिनट के पश्चात् बेन्ज़ैल्डिहाइड और ऐसीटोन के बचे हुए मिश्रण को मिला दीजिए और करीब 30 मिनट तक रुक-रुक कर हिलाते रहिए।

4. इस प्रकार प्राप्त पीले ठोस को छान लीजिए और इसे ठंडे जल से धोइए। इसे सुखाइए और एथेनॉल का उपयोग करते हुए इसकी थोड़ी सी मात्रा को क्रिस्टीकृत कर लीजिए।
5. अपरिष्कृत उत्पाद की लब्धि रिपोर्ट तैयार कीजिए और क्रिस्टलीय पदार्थ का गलनांक ज्ञात कीजिए।

परिणाम

लब्धि = g

गलनांक = °C

सावधानियाँ

1. अभिकारकों को मिश्रित करने से पूर्व उनका सही शीतलन सुनिश्चित कीजिए।
2. एथेनॉल चूँकि ज्वलनशील है अतः इसे सावधानीपूर्वक उपयोग कीजिए।

प्रयोग 6.5

p-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड बनाना

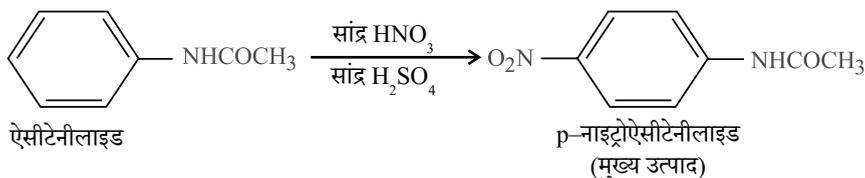
सिद्धांत

सांद्र नाइट्रिक अम्ल एवं सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण को नाइट्रीकरण अभिकर्मक के रूप में उपयोग करते हुए ऐसीटेनीलाइड के नाइट्रीकरण द्वारा p-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड बनाया जाता है।

दोनों अम्लों का मिश्रण नाइट्रोनियम आयन (NO_2^+) उत्पन्न करता है, जोकि अभिक्रिया में इलैक्ट्रॉनस्नेही की तरह कार्य करता है।



नाइट्रोनियम आयन, ऐसीटाइलअमीनो समूह युक्त बेंजीन वलय पर प्रमुख रूप से पैरा स्थिति पर आक्रमण करता है जिससे कि p-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड मुख्य उत्पाद के रूप में प्राप्त होता है। यह एक इलैक्ट्रॉनस्नेही प्रतिस्थापी अभिक्रिया का उदाहरण है।



आवश्यक उपकरण

सूक्ष्म कोनिकल फ्लास्क, काँच की छड़, हिम कुंडक, सूक्ष्म निस्पंदन इकाई और गलनांक युक्ति

आवश्यक रसायन

ऐसीटेनीलाइड, ग्लैशियल ऐसीटिक अम्ल, सांद्र H_2SO_4 , सांद्र HNO_3 , बर्फ और एथेनॉल/मेथेनॉल

कार्यविधि

1. एक सूक्ष्म कोनिकल फ्लास्क में 1 mL ग्लैशियल ऐसीटिक अम्ल में 1 g ऐसीटेनीलाइड घोलिए।

2. उपरोक्त मिश्रण में धीरे-धीरे हिलाते हुए 2 mL सांद्र H_2SO_4 मिलाइए। मिश्रण गर्म हो जाता है और स्वच्छ विलयन प्राप्त होता है। अभिक्रिया मिश्रण को हिमकुंडक पर $0-5^\circ C$ तक ठंडा कीजिए।
3. इस गाढ़े अभिक्रिया मिश्रण में धीरे-धीरे हिलाते हुए 0.5 mL सांद्र HNO_3 और 0.3 mL सांद्र H_2SO_4 का ठंडा मिश्रण बूँद-बूँद कर इस प्रकार मिलाइए जिससे मिश्रण का ताप $10^\circ C$ से ऊपर न जाए।
4. कोनिकल फ्लास्क को हिमकुंडक पर से हटाइए और अभिक्रिया मिश्रण को कमरे के ताप तक आने दीजिए। बीच-बीच में हिलाते हुए इसे कमरे के ताप पर करीब 30 मिनट तक रखा रहने दीजिए। फिर इसे करीब 30 g पिसी हुई बर्फ पर डालिए।
5. मिश्रण को अच्छी प्रकार हिलाइए और इस प्रकार प्राप्त पदार्थ को छानिए।
6. पदार्थ को ठंडे जल से धोइए और सुखाइए।
7. हलके पीले पदार्थ की कुछ मात्रा को ऐल्कोहॉल से क्रिस्टलीकृत कीजिए। p-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड के रंगहीन क्रिस्टल प्राप्त होते हैं। पीले रंग का ऑर्थो-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड अल्प मात्रा में प्राप्त होता है जोकि मातृ द्रव में विलेय रहता है।
8. अपरिष्कृत उत्पाद की लब्धि नोट कीजिए और शुद्ध पदार्थ का गलनांक ज्ञात कीजिए।

परिणाम

लब्धि g

गलनांक $^\circ C$

सावधानियाँ

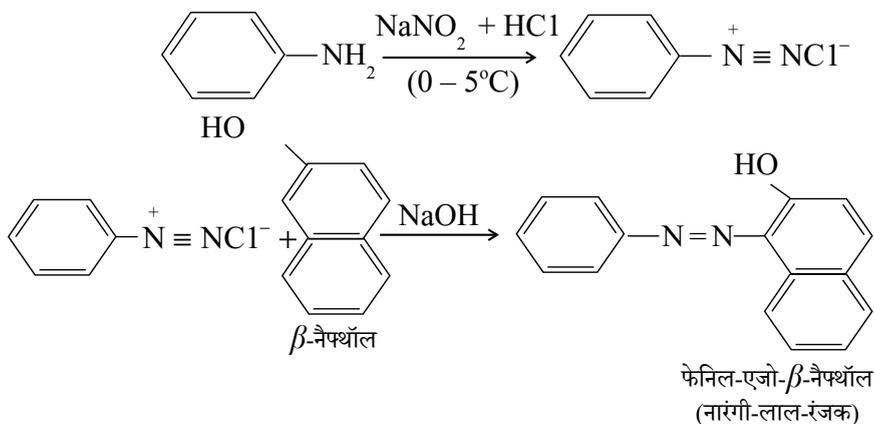
1. सांद्र HNO_3 एवं सांद्र H_2SO_4 के नाइट्रीकरण मिश्रण को सावधानीपूर्वक उपयोग में लीजिए।
2. अभिक्रिया मिश्रण के धुओं को साँस के साथ अंदर मत लीजिए।

प्रयोग 6.6

फेनिल-एजो- β -नैफथॉल (एक एजोरंजक) बनाना

सिद्धांत

ऐनिलीन एक प्राथमिक ऐरोमेटिक एमीन है। यह नाइट्रस अम्ल से $0-5^{\circ}\text{C}$ पर अभिक्रिया कराने पर डाइएजोनियम लवण देता है। नाइट्रस अम्ल उसी समय पर सोडियम नाइट्राइट की हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया कराने पर उत्पन्न किया जाता है। यह प्रक्रम डाइएजोटिकरण कहलाता है। डाइएजोनियम लवण को β -नैफथॉल के क्षारकीय विलयन के साथ संयुग्म करवाने पर नारंगी लाल रंग का एजोरंजक प्राप्त होता है।



आवश्यक उपकरण

बीकर (50 mL), कोनिकल फ्लास्क (10 mL), काँच की छड़, थर्मामीटर, फिल्टर पत्र, गलनांक युक्ति और सूक्ष्म निस्पंदन इकाई

आवश्यक रसायन

ऐनिलीन, सांद्र HCl, सोडियम नाइट्राइट, β -नैफथॉल, सोडियम हाइड्रॉक्साइड, ग्लैशियल ऐसीटिक अम्ल, बर्फ़ और एथेनॉल

कार्यविधि

1. एक 50 mL के बीकर में 1.6 mL सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लीजिए। इसे 1.6 mL जल से तनु कीजिए और इसमें 0.5 mL ऐनिलीन विलेय कीजिए।
2. उपरोक्त मिश्रण को हिमकुंडक पर $0-5^{\circ}\text{C}$ तक ठंडा कीजिए।

3. 2 mL जल में 0.4 g सोडियम नाइट्राइट का विलयन बनाकर ठंडा करें। इस विलयन को उपरोक्त मिश्रण में डालकर डाइएजोनीकरण कीजिए।
4. 10% सोडियम हाइड्रॉक्साइड के 4.5 mL में 0.8 g β -नैफथॉल विलेय कीजिए। इसमें लगभग 10 g पिंसी हुई बर्फ डालिए।
5. β -नैफथॉल विलयन को अच्छी प्रकार से हिलाइए और इसमें लगातार हिलाते हुए धीरे-धीरे हिमशीत डाइएजोनियम क्लोराइड विलयन को डालिए।
6. फेनिल-एजो- β -नैफथॉल का नारंगी लाल रंजक प्राप्त होता है।
7. समय-समय पर हिलाते हुए मिश्रण को 10 मिनट तक कुंडक पर रहने दीजिए।
8. प्राप्त क्रिस्टलों को छान लीजिए और ठंडे जल से भली प्रकार धोइए।
9. अपरिष्कृत पदार्थ की थोड़ी-सी मात्रा ग्लैशियल ऐसीटिक अम्ल से क्रिस्टलीकृत कीजिए।
10. क्रिस्टलीय नमूने को छानिए। ऐसीटिक अम्ल हटाने के लिए थोड़े से एथेनॉल से धोइए। क्रिस्टलीय नमूने को सुखाइए।
11. अपरिष्कृत उत्पाद की लब्धि निकालिए और क्रिस्टलीय पदार्थ का गलनांक ज्ञात कीजिए।

परिणाम

लब्धि = g

गलनांक = °C

सावधानियाँ

1. अभिक्रिया मिश्रण का तापक्रम 0–5°C के बीच बनाए रखिए।
2. हमेशा डाइएजोनियम क्लोराइड विलयन को ही क्षारकीय β -नैफथॉल में डालिए, उलटा नहीं।

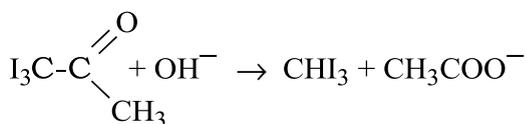
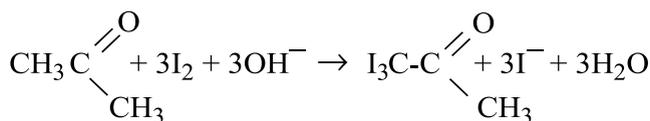
प्रयोग 6.7

आयोडोफार्म बनाना

सिद्धांत

कोई भी पदार्थ जो $\text{CH}_3\text{CO}-$ समूह रखता हो (उदाहरणार्थ ऐल्डिहाइड या कीटोन) या अभिक्रिया के मध्य इस समूह को उत्पन्न करता हो (जैसे — एथेनॉल या 2-प्रोपेनॉल) की अभिक्रिया से आयोडोफार्म बनाया जाता है। परंपरागत रूप से आयोडोफार्म, क्षारकीय माध्यम में आयोडीन की कार्बनिक पदार्थ से अभिक्रिया द्वारा बनाया जाता है।

वैकल्पिक रूप में सोडियम हाइपोक्लोराइट और पोटैशियम आयोडाइड का उपयोग कर भी अभिक्रिया करवाई जा सकती है। सोडियम हाइपोक्लोराइट KI के I^- आयनों को I_2 में ऑक्सीकृत कर देता है जो कार्बनिक पदार्थ से अभिक्रिया करती है।



आवश्यक उपकरण

बीकर (50 mL), मापन सिलिंडर (10 mL), काँच की छड़, गलनांक युक्ति और सूक्ष्म निस्स्यंदन इकाई

आवश्यक रसायन

ऐसीटोन, पोटैशियम आयोडाइड, सोडियम हाइपोक्लोराइट विलयन (4 प्रतिशत) और एथेनॉल

कार्यविधि

1. एक 50 mL के बीकर में 0.15 g KI को 20 mL जल में घोलिए। इसमें 0.5 mL ऐसीटोन मिलाइए।

2. धीरे-धीरे हिलाते हुए इसमें 20 mL 4 प्रतिशत सोडियम हाइपोक्लोराइट का विलयन मिलाइए। अभिक्रिया मिश्रण को 10 मिनट तक हिलाइए। एक पीला ठोस पृथक हो जाता है।
3. पीले अवक्षेप को छानिए और जल से धोइए।
4. पदार्थ को एथेनॉल से क्रिस्टलीकृत कीजिए।
5. लब्धि निकालिए और शुद्ध पदार्थ का गलनांक ज्ञात कीजिए।

परिणाम

लब्धि = g

गलनांक = °C

सावधानी

सोडियम हाइपोक्लोराइट बाजार में विभिन्न सांद्रताओं में उपलब्ध है। इसकी सांद्रता के अनुसार, विलयन की सही मात्रा का उपयोग कीजिए।

नोट

ऐसीटेनीलाइड, p-नाइट्रोऐसीटेनीलाइड और आयोडोफार्म के क्रिस्टलीय नमूने का उपयोग अतिरिक्त तत्वों (N एवं I) की पहचान करने में किया जा सकता है।

अध्याय 7)

रासायनिक साम्य

प्रयोग 7.1

दुर्बल अम्लों एवं दुर्बल क्षारों में समआयन प्रभाव के द्वारा pH परिवर्तन का अध्ययन करना

आवश्यक उपकरण

छ: सूक्ष्म परखनलियाँ और ड्रॉपर/पास्तेर पिपेट

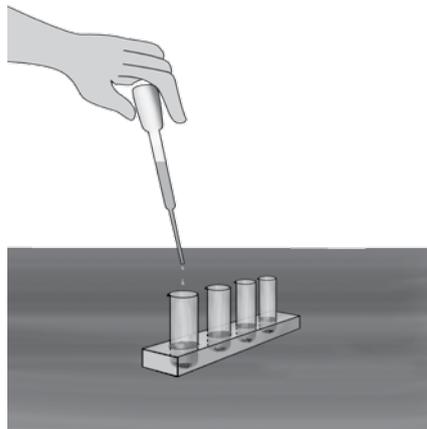
I. दुर्बल क्षारक और इसके लवण का उपयोग करने पर

आवश्यक रसायन

1 M NH_4OH , 1M NH_4Cl एवं सार्वत्रिक सूचक विलयन/पेपर

कार्यविधि

सारणी 7.1 में दिए अनुपातों के अनुसार सूक्ष्म परखनलियों में NH_4OH एवं NH_4Cl के विलयनों की और जल की बूँदें मिलाइए। प्रत्येक विलयन को सार्वत्रिक pH विलयन या पेपर से जाँचिए और इसके रंग को रिकॉर्ड कीजिए। सार्वत्रिक सूचक के साथ दिए गए चार्ट से संगत pH का मान ज्ञात कीजिए और इसे सारणी 7.1 में रिकॉर्ड कीजिए।



चित्र 7.1 — सूक्ष्म परखनली में प्रयोग

सारणी 7.1 — समआयन प्रभाव (NH_4OH 1 M एवं NH_4Cl 1M) के लिए प्रेक्षण सारणी

क्रमांक	आयतन (बूँदें)			उत्पन्न रंग	pH मान
	NH_4OH	NH_4Cl	जल		
1.	3	—	22		
2.	3	3	19		
3.	3	1	21		
4.	1	3	21		
5.	2	20	3		
6.	20	2	3		

II. दुर्बल अम्ल और इसके लवण का उपयोग करने पर

आवश्यक रसायन

1 M CH_3COOH , 1M CH_3COONa और सार्वत्रिक सूचक विलयन/पेपर

कार्यविधि

सारणी 7.2 में दिए अनुपातों के अनुसार CH_3COOH एवं CH_3COONa विलयनों को मिलाइए और सार्वत्रिक सूचक विलयन/पेपर का उपयोग करते हुए pH ज्ञात कीजिए।

सारणी 7.2 — समआयन प्रभाव (CH_3COOH 1M और CH_3COONa 1M) के लिए प्रेक्षण सारणी

क्रमांक	आयतन (बूँदें)			उत्पन्न रंग	pH मान
	CH_3COOH	CH_3COONa	जल		
1.	3	—	22		
2.	3	3	19		
3.	3	1	21		
4.	1	3	21		
5.	2	20	3		
6.	20	2	3		

परिणाम

समआयन प्रभाव के परिणामस्वरूप pH में हुए परिवर्तन के संदर्भ में अपने प्रेक्षणों का निर्वचन कीजिए।

प्रयोग 7.2

आयनों की सांद्रता या तापक्रम बढ़ाने पर रासायनिक निकायों में साम्य विस्थापन का अध्ययन करना

आवश्यक उपकरण

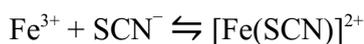
ग्लास छड़, सूक्ष्म परखनलियाँ, स्पैचुला, परखनली स्टैंड, सूक्ष्म बीकर, ड्रॉपर, कूप प्लेट, पास्तेर पिपेट एवं स्पिरिट लैंप/बुन्शन बर्नर, बीकर (50 mL) और थर्मामीटर

आवश्यक रसायन

1% FeCl_3 , 1% NH_4SCN , CoCl_2 , तनु एवं सांद्र HCl .

कार्यविधि

FeCl_3 एवं NH_4SCN निकाय



(पीला) (रंगहीन) (लाल)

(क) सांद्रता परिवर्तन का प्रभाव

1. एक सूक्ष्म बीकर में 10 mL जल लीजिए और उसमें 2 बूँदें फेरिक क्लोराइड और 2 बूँदें NH_4SCN मिलाइए। यह हलकी पीली झलक लिये हुए लगभग रंगहीन विलयन है। विलयन का रंग रिकॉर्ड कीजिए। इस विलयन की 5 बूँदें कूप प्लेट की 4 सूक्ष्म परखनलियों में से प्रत्येक में मिलाइए।
2. कूप 1 में जल की 2 बूँदें मिलाइए और इसे आगामी पदों में तुलना के लिए नियंत्रण के रूप में उपयोग कीजिए।
3. सूक्ष्म परखनली 2 में 1 बूँद और सूक्ष्म परखनली 3 में 2 बूँदें FeCl_3 विलयन, और 1 बूँद जल मिलाकर इनमें FeCl_3 की सांद्रता बढ़ाइए। मिश्रित करो, प्रेक्षित कीजिए और रिकॉर्ड करो कि यह विलयन कूप 1 नियंत्रण विलयन की तुलना में कम या अधिक गहरा लाल है।
4. सूक्ष्म परखनली-4 में NH_4SCN के विलयन की 2 बूँदें मिलाइए, मिश्रित कीजिए और रिकॉर्ड कीजिए और दी गयी सारणी की सूक्ष्म परखनली के विलयन के रंग से तुलना कीजिए।

सारणी 7.3 — सांद्रता का प्रभाव

क्रमांक	विलयन	रंग
1.	मिश्रण विलयन + 2 बूँदें जल	
2.	मिश्रण विलयन + जल की 1 बूँद + FeCl_3 की 1 बूँद	
3.	मिश्रण का विलयन + NH_4SCN की 2 बूँदें	

(ख) तापक्रम परिवर्तन का प्रभाव

प्रत्येक मिश्रण की 5 बूँदें लीजिए।

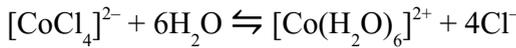
- तीन से चार बार ग्लास छड़ को बर्नर की ज्वाला पर घुमाइए। अब छड़ को कूप 2 में रखिए। उच्च ताप पर रंग को नोट कीजिए।
- छड़ को हटाइए, जल से इसे स्वच्छ कीजिए और ठंडे जल में डुबोइए और इसे कूप प्लेट 2 में रखिए। निम्न ताप पर रंग नोट कीजिए।

सारणी 7.4 — ताप का प्रभाव

क्रमांक	तापक्रम	रंग
1.	कमरे का ताप	
2.	उच्च ताप	
3.	निम्न ताप	

कार्यविधि

CoCl_2 और Cl^- निकाय



टेट्राक्लोरोकोबाल्टेट (II) हेक्साएक्वाकोबाल्ट (II)

(नीला) (गुलाबी)

(क) सांद्रता परिवर्तन का प्रभाव

- दोनों में से प्रत्येक सूक्ष्म बीकर/परखनली में 1 सूक्ष्म स्पैचुला ठोस कोबाल्ट क्लोराइड लीजिए।

2. एक ड्रॉपर की सहायता से नली 1 एवं 2 में 6 बूँदें जल की मिलाइए। स्पैचुला की सहायता से क्रिस्टलों के विलेय होने तक विलयन को हिलाइए। विलयन के रंग को नोट कीजिए। सारणी 7.5 में परिणाम लीखिए।
3. एक परखनली को तुलना के लिए मानक रखा जाता है।
4. दूसरे ड्रॉपर की सहायता से परखनली 2 में 2-3 बूँदें तनु HCl की मिलाइए और रंग को लिखिए।
5. करीब 30 सेकेंड तक प्रतीक्षा कीजिए और फिर परखनली 2 में जल की 5-6 बूँदें मिलाइए। रंग को नोट कीजिए।

सारणी 7.5 — सांद्रता का प्रभाव

क्रमांक	विलयन	रंग
1.	CoCl ₂ का सांद्र जलीय विलयन	
2.	उपरोक्त विलयन + सांद्र HCl	
3.	उपरोक्त विलयन + H ₂ O	

निष्कर्ष

सांद्र HCl और H₂O की सांद्रता बढ़ाने पर परिणामस्वरूप साम्यावस्था विस्थापन के प्रेक्षणों को देखिए।

(ख) ताप परिवर्तन का प्रभाव

1. दो में से प्रत्येक सूक्ष्म परखनली में 1 सूक्ष्म स्पैचुला ठोस कोबाल्ट क्लोराइड लीजिए।
2. इनमें से प्रत्येक परखनली में एक ड्रॉपर की सहायता से 6 बूँदें जल की मिलाइए।
3. दूसरे ड्रॉपर की सहायता से प्रत्येक परखनली में तनु HCl की 2-3 बूँदें मिलाइए।
4. एक परखनली को तुलना के लिए मानक मानिए।
5. दूसरी परखनली को एक जल ऊष्मक पर गर्म कीजिए और 4-5 अलग-अलग तापक्रमों पर विलयन के रंगों को सारणी 7.6 में लिखिए।

सारणी 7.6 — ताप का प्रभाव

क्रमांक	ताप	विलयन का रंग

निष्कर्ष

तापक्रम के बढ़ाने पर परिणामस्वरूप साम्य विस्थापन के प्रेक्षणों को लिखिए।

अध्याय 8)

पृष्ठ रसायन

एक वास्तविक विलयन में विलेय के कण विलायक के अणुओं से समांगी रूप से मिश्रित होकर एकल प्रावस्था बनाते हैं, जबकि कोलॉइडी विलयन एक विषमांगी निकाय है जिसमें एक पदार्थ के अतिसूक्ष्म कण दूसरे पदार्थ में परिक्षेपित होते हैं, जिसे परिक्षेपण माध्यम कहते हैं। परिक्षेपण प्रावस्था के कण परिक्षेपण माध्यम के कणों के साथ एकल प्रावस्था नहीं बनाते हैं, क्योंकि या तो ये बहुत बड़े अणु होते हैं या छोटे अणुओं का पुँज होते हैं। कोलॉइडी कण सामान्य अणुओं की तुलना में आकृति में बड़े होते हैं परंतु परिक्षेपण माध्यम (1–100 nm) में निलंबित रहने के लिए पर्याप्त छोटे होते हैं। बहुत बड़े कोलॉइडी अणुओं के कुछ उदाहरण स्टार्च, गोंद और प्रोटीन हैं जबकि गंधक छोटे अणुओं के पुँज का उदाहरण है। एक 'ठोस परिक्षेपण प्रावस्था' एवं 'द्रव परिक्षेपण माध्यम' वाला विषमांगी निकाय सॉल (Sol) कहलाता है। परिक्षेपण प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम के मध्य अन्योन्य क्रिया के आधार पर कोलॉइडी सॉल को दो प्रकार, द्रव रागी (विलायक आकर्षित) एवं द्रव विरोधी (विलायक विकर्षित) में विभाजित किया जा सकता है। यदि जल परिक्षेपण माध्यम है तो ये पद क्रमशः जल-रागी एवं जल-विरोधी हो जाते हैं। अंड एल्ब्यूमिन, स्टार्च एवं गोंद जल-रागी सॉल हैं। ताज्रा बना फेरिक हाइड्रॉक्साइड, ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड और आर्सेनिक सल्फ़ाइड जल-विरोधी सॉल के उदाहरण हैं। रासायनिक विधियाँ, विद्युत विसर्जन, यांत्रिक विधियाँ जैसे — पिसाई कोलॉइड मिल का उपयोग और पेप्टीकरण कोलॉइडों को बनाने की कुछ विधियाँ हैं। इस इकाई में आप दोनों प्रकार के सॉल बनाना सीखेंगे और साथ ही आप सॉल के शुद्धिकरण की विधि के बारे में भी सीखेंगे।

प्रयोग 8.1

दिए गए को जल-रागी एवं जल-विरोधी सॉल बनाना

- (1) अंड एल्ब्यूमिन (2) स्टार्च/गोंद (3) $\text{Fe}(\text{OH})_3/\text{Al}(\text{OH})_3$ (4) As_2S_3

आवश्यक उपकरण

बीकर (10 mL और 50 mL) मापक सिलिंडर, स्पिरिट लैंप/बर्नर, त्रिपाद स्टैंड, काँच की छड़, पास्तेर पिपेट/ड्रॉपर, स्टैंड सहित सूक्ष्म परखनलियाँ एवं चीनी प्याली

आवश्यक रसायन

FeCl_3 , AlCl_3 , As_2O_3 , स्टार्च, गोंद, अंड एल्ब्यूमिन, H_2S , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaCl , पाचमेंट पेपर

कार्यविधि

I. जल-रागी सॉल बनाना

1. अंड एल्ब्यूमिन सॉल

एक 50 mL के बीकर में NaCl का 15% (w/v) 10 mL विलयन बनाइए। चीनी प्याली में एक अंडे को फोड़िए और एक पास्तेर पिपेट की सहायता से इसमें से 10 mL एल्ब्यूमिन खींचिए और इसे सोडियम क्लोराइड विलयन में डाल दीजिए। इसे अच्छी प्रकार हिलाइए और सुनिश्चित कीजिए कि सॉल भली प्रकार बन गया।

2. स्टार्च/गोंद सॉल

- (i) एक मापक सिलिंडर की सहायता से 20 mL जल मापिए और इसे एक 50 mL के बीकर में स्थानांतरित कीजिए और इसे उबालिए।
- (ii) 0.1 g स्टार्च के जल में पेस्ट बनाइए और इस पेस्ट को उबलते हुए जल में लगातार हिलाते हुए स्थानांतरित कीजिए।

II. जल-विरोधी सॉल बनाना

1. फेरिक हाइड्रॉक्साइड/ऐलुमिनियम हाइड्रॉक्साइड सॉल

- (i) 10 mL के बीकर में 5 mL जल लीजिए और इसे उबालिए।

- (ii) उबलते हुए जल में 3% फेरिक क्लोराइड/ऐलुमिनियम क्लोराइड की 5-6 बूँदें मिलाइए और इसे अच्छी तरह हिलाइए। जल को $\text{Fe}(\text{OH})_3$ के भूरे सॉल या $\text{Al}(\text{OH})_3$ के सफ़ेद सॉल बनने तक उबालते रहिए।

2. आर्सेनियस सल्फाइड सॉल

- (i) 50 mL के बीकर में 25 mL आसुत जल लीजिए और इसे उबालिए।
- (ii) जल में 0.2 g आर्सेनियस ऑक्साइड मिलाइए और अंतर्वस्तु को 2-3 मिनट तक लगातार उबालिए।
- (iii) विलयन को ठंडा कीजिए और छानिए।
- (iv) छनित विलयन में H_2S गैस प्रवाहित कीजिए जब तक विलयन से H_2S की गंध न आने लग जाए।
- (v) विलयन को धीमा गर्म करके उसमें से H_2S निष्कासित कीजिए और इसे छानिए।
- (vi) आर्सेनियस सल्फाइड का सॉल बनता है।

सावधानियाँ

1. स्टार्च, गोंद, फेरिक क्लोराइड, ऐलुमिनियम क्लोराइड आदि के कोलॉइड बनाते समय पेस्ट या विलयन को उबलते हुए जल में धीरे-धीरे हिलाते हुए मिलाइए। इन पदार्थों को आधिक्य में मिलाने से अवक्षेप बन सकता है।
2. आर्सेनियस ऑक्साइड प्रकृति में विषैला है अतः इस रसायन के उपयोग के पश्चात् हर बार अपने हाथ धोइए।

प्रयोग 8.2

बनाए गए सॉल का अपोहन द्वारा शुद्धिकरण

आवश्यक उपकरण

पार्चमेंट/सेलोफेन पत्र (30 cm × 30 cm) – एक शीट, द्रोणी, धागा और दो परखनलियाँ

आवश्यक रसायन

प्रयोग 8.1 में बनाए गए अंड एल्ब्यूमिन का कोलॉइडी विलयन, आसुत जल और सिल्वर नाइट्रेट

कार्यविधि

1. पार्चमेंट/सेलोफेन पत्र की एक वर्गाकार शीट (30 cm × 30 cm) लीजिए।
2. शीट को जल में भिगोइए और इसे कोन का आकार दीजिए।
3. अंड एल्ब्यूमिन के कोलॉइडी विलयन को पार्चमेंट/सेलोफेन पत्र के कोन में डालिए।
4. कोन को एक धागे से बाँधिए और इसे आसुत जल से भरी द्रोणी में लटकाइए।
5. करीब आधा घंटे के पश्चात् नीचे बताए अनुसार द्रोणी जल में आयनों की उपस्थिति की जाँच कीजिए।
6. द्रोणी के जल को हर आधे घंटे के पश्चात् बदलिए जब तक कि यह Na^+ और Cl^- आयनों से मुक्त न हो जाए। Cl^- आयनों की उपस्थिति जाँचने के लिए द्रोणी के जल को एक परखनली में लीजिए और इसमें सिल्वर नाइट्रेट विलयन मिलाइए। सिल्वर क्लोराइड का श्वेत अवक्षेप क्लोराइड आयनों की उपस्थिति दर्शाता है।
7. कोलॉइडी परिक्षेपण के शुद्धिकरण में लगे समय को नोट कीजिए।

नोट

कुछ स्थितियों में अपोहन बहुत धीमा हो सकता है। इस प्रकार की स्थिति में द्रोणी के जल को दो से तीन बार बदलना चाहिए जब तक कि कोलॉइडी परिक्षेपण आयनों से मुक्त न हो जाए।

सावधानियाँ

1. अपोहन के लिए पार्चमेंट थैले की ग्रीवा को जल के स्तर से ऊपर रखें।
2. अपोहन के दौरान द्रोणी के जल को समय-समय पर बदलते रहिए।

प्रयोग 8.3

विभिन्न तेलों के पायस (इमल्शन) के स्थायीकरण में पायसीकारक (इमल्सीकारक) की भूमिका का अध्ययन करना

सिद्धांत

इमल्शन, कोलॉइड का वह प्रकार है जिसमें परिक्षिप्त प्रावस्था और परिक्षेपण माध्यम दोनों द्रव होते हैं। यहाँ पर परिक्षिप्त प्रावस्था एवं परिक्षेपण माध्यम दोनों का विभेदन उनकी आपेक्षिक मात्रा के आधार पर किया जाता है। जो कम मात्रा में होता है वह परिक्षिप्त प्रावस्था कहलाता है, जबकि अन्य जो आपेक्षिक रूप से अधिक मात्रा में होता है, परिक्षेपण माध्यम कहलाता है। जब तेल को जल के साथ हिलाया जाता है तो एक धुंधला दूधिया मिश्रण देखा जाता है। यह अस्थायी होता है और इसे जल में तेल (o/w) का इमल्शन कहते हैं। इसे रखने पर यह दो सतहों तेल और जल में पृथक हो जाता है। विभिन्न तेलों की जल के साथ मिश्रणीय क्षमता भिन्न-भिन्न होती है। तेल की जल में मिश्रणियता इसकी प्रकृति के अतिरिक्त मिश्रण की विधि (अर्थात् तीव्र हिलाना या परिभ्रामी गति) पर भी निर्भर करती है। जल में तेल के इमल्शन के स्थायित्व को एक उपयुक्त इमल्सीकारक जैसे साबुन के विलयन को मिलाकर बढ़ाया जा सकता है। साबुन में लंबी शृंखला युक्त ऐलिफैटिक कार्बोक्सिलिक समूह के सोडियम लवण होते हैं जिनके कार्बोक्सिल समूह ध्रुवीय होते हैं जो तेल और जल के मध्य अंतरफलकीय तनाव को कम कर देते हैं। अतः तेल जल में अधिक मिश्रित हो जाता है और इमल्सीकरण (पायसीकरण) हो जाता है। साबुन की न्यूनतम मात्रा जो पूर्ण इमल्सीकरण के लिए आवश्यक होती है इष्टतम सांद्रता कहलाती है। इससे कम या अधिक सांद्रता प्रभावी स्थायित्व नहीं लाती है।

आवश्यक उपकरण

परखनलियाँ (6), ड्रॉपर (5), परखनली स्टैंड (1), काँच की छड़ (1) और स्टॉप वाच (1)

आवश्यक रसायन

साबुन/अपमार्जक 0.1 g, सरसों का तेल, अलसी का तेल, एरंड (केस्टर) तेल और मशीन तेल (प्रत्येक 1 mL)

कार्यविधि

1. 0.2 g साबुन/अपमार्जक को तीव्रता से हिलाते हुए एक सूक्ष्म परखनली में 2 mL आसुत जल में मिलाइए। आवश्यक होने पर अंतर्वस्तु को गर्म कीजिए। इसे 'A' से चिह्नित कीजिए।
2. चार सूक्ष्म परखनलियाँ लीजिए। इन्हें B, C, D और E से चिह्नित कीजिए। इनमें से प्रत्येक में 0.5 mL आसुत जल मिलाइए फिर क्रमशः परखनली B में 1 बूँद सरसों का तेल, परखनली C में 1 बूँद अलसी का तेल, परखनली D में 1 बूँद केस्टर तेल और परखनली E में 1 बूँद मशीन का तेल मिलाइए।
3. परखनली B को 5 मिनट तक तेजी से हिलाइए और इसे परखनली स्टैंड पर रख दीजिए एवं तुरंत स्टॉप वाच शुरू कर दीजिए। दोनों परतों के पृथक होने का समय नोट कीजिए।
4. इसी प्रक्रम को परखनली C, D और E के साथ दोहराइए और प्रत्येक स्थिति में परतों के पृथक होने का समय नोट कीजिए।
5. अब परखनली A से दो बूँदें साबुन/अपमार्जक की प्रत्येक परखनली (B, C, D और E) में मिलाइए। प्रत्येक परखनली को 5 मिनट तक हिलाइए और प्रत्येक स्थिति में परतों के पृथक होने का समय नोट कीजिए।
6. अपने प्रेक्षण निम्नलिखित तालिका 8.1 में लिखिए।

तालिका 8.1 — विभिन्न तेल का साबुन/अपमार्जक द्वारा इमल्शीकरण (पायसीकरण)

परखनली	इमल्शीकरण के लिए प्रयुक्त तेल	दो परतों के पृथक होने में लगा समय	
		बिना साबुन/अपमार्जक	साबुन/अपमार्जक के साथ
B			
C			
D			
E			

सावधानियाँ

1. सभी परखनलियों में साबुन/अपमार्जक की बूँदें समान मात्रा में मिलाइए।
2. विभिन्न स्थितियों में सतहों के पृथक होने में लगे समय की त्रुटि को न्यूनतम करने के लिए सभी परखनलियों को समान समय के लिए हिलाइए।
3. इमल्शन को हिलाने के तुरंत पश्चात् स्टॉप वाच प्रारंभ कर दीजिए और दोनों सतहों के पृथक होने के तुरंत पश्चात् बंद कर दीजिए।

अध्याय 9)

रासायनिक बलगतिकी

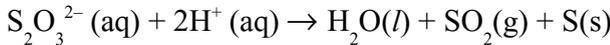
रासायनिक अभिक्रियाओं का वेग एवं इनके वेगों को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन रासायनिक बलगतिकी है।

अभिक्रिया वेग

अभिक्रिया वेग को या तो किसी भी अभिक्रियक की समय के साथ सांद्रता में कमी या किसी भी उत्पाद की समय के साथ सांद्रता में वृद्धि के पदों में ज्ञात किया जा सकता है। सांद्रता, तापक्रम और उत्प्रेरक आदि कारक अभिक्रिया के वेग को प्रभावित करते हैं। सोडियम थायोसल्फेट, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से अभिक्रिया कर सल्फर का कोलॉइडी विलयन देता है जो कि विलयन को पारभासी (धुंधला) बना देता है। अभिक्रिया निम्नानुसार होती है —



उपरोक्त अभिक्रिया के आयनिक रूप को निम्नानुसार लिखा जा सकता है —



सल्फर के कोलॉइडी विलयन का पारभासी बनने का गुण, सल्फर के अवक्षेपण की दर का अध्ययन करने में किया जाता है। सल्फर के अवक्षेपण की दर अभिक्रियकों की सांद्रता एवं तापक्रम के बढ़ने के साथ बढ़ती है। सांद्रता के बढ़ने के साथ अभिक्रियाकारी स्पीशीज के मध्य प्रति इकाई समय टक्करों की संख्या बढ़ती है, परिणामस्वरूप उत्पाद बनने की संभावनाएँ बढ़ती हैं। इसका परिणाम सल्फर के अवक्षेपण की दर में वृद्धि के रूप में होता है। इसी प्रकार तापक्रम बढ़ाने पर अभिक्रियाकारी स्पीशीज की गतिज ऊर्जा बढ़ती है। अतः प्रभावी टक्करों, जो कि उत्पादों में परिणित होती है, में वृद्धि होती है फलतः अभिक्रिया वेग बढ़ता है।

प्रयोग 9.1

सोडियम थायोसल्फेट और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के मध्य अभिक्रिया के वेग पर सांद्रता परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन

आवश्यक उपकरण

सूक्ष्म परखनलियाँ (7), सूक्ष्म बीकर, परखनली स्टैंड, आयतनमितीय फ़्लास्क (25 mL) (2), पास्तेर पिपेट (2) और स्टॉप वाच

आवश्यक रसायन

0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ और 1 M HCl

कार्यविधि

1. 25 mL के दो आयतनमितीय फ़्लास्कों में 0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ एवं 1 M HCl विलयन बनाइए।
2. परखनली स्टैंड में 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 चिह्नित की हुई 7 सूक्ष्म परखनलियाँ रखिए।
3. सूक्ष्म परखनली 1 में 0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ की 7 बूँदें, परखनली 2 में 6 बूँदें, परखनली 3 में 5 बूँदें एवं इसी प्रकार अन्य परखनलियों में स्थानांतरित कीजिए।
4. सारणी 1 में दर्शाए अनुसार परखनली 2 में 1 बूँद जल, परखनली 3 में 2 बूँदें जल एवं इसी प्रकार अन्य परखनलियों में जल डालते हुए सभी परखनलियों में परखनली 1 के आयतन के तुल्य करिए।
5. एक सफ़ेद कागज़ लीजिए और इस पर 'X' चिह्नित कीजिए।
6. परखनली 1 लीजिए और इसमें 2 बूँदें 1 M HCl स्थानांतरित कीजिए। इसे सफ़ेद कागज़ पर चिह्नित 'X' के ऊपर पकड़िए। स्टॉप वाँच शुरू कीजिए। इसे धीरे-धीरे हिलाइए।
7. कोलॉइडी सल्फर बनने के कारण जब 'X' चिह्न की दृश्यता लुप्त हो जाए, पानी का मिलाना रोकिए और समय नोट कीजिए।
8. पद 5, 6 और 7 को शेष परखनलियों 2 से 7 के साथ दोहराइए।

नोट

आप उपरोक्त प्रयुक्त मात्रा के स्थान पर तीन गुनी मात्रा का उपयोग कर परखनलियों के स्थान पर सूक्ष्म बीकर भी ले सकते हैं।

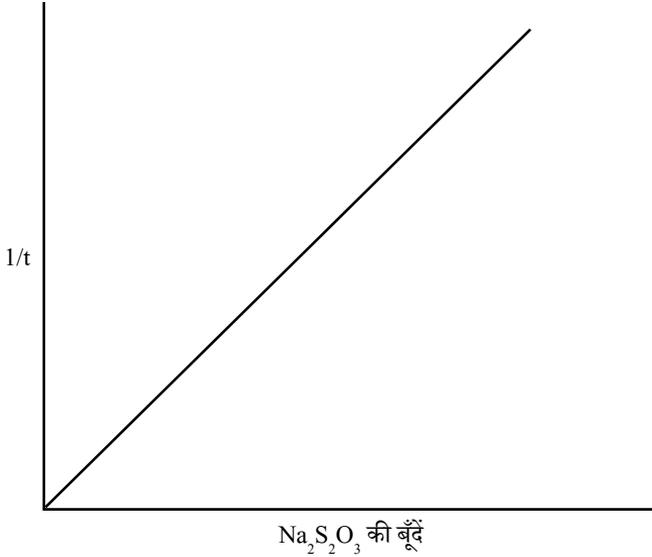
सारणी 9.1 — प्रेक्षण सारणी

परखनली क्रमांक	0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ की बूँदें	जल की बूँदें	1 M HCl की बूँदें	चिह्न 'X' को अदृश्य होने में लगा समय
1	7	—	2	
2	6	1	2	
3	5	2	2	
4	4	3	2	
5	3	4	2	
6	2	5	2	
7	1	6	2	

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ के आयतन (x-अक्ष) और चिह्न के अदृश्य होने में लगे समय के प्रतिलोम ($1/t$) के मध्य एक ग्राफ़ खींचिए।

परिणाम

ग्राफ़ से निष्कर्ष निकालिए



प्रयोग 9.2

सोडियम थायोसल्फेट और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के मध्य अभिक्रिया के वेग पर ताप के प्रभाव का अध्ययन

आवश्यक उपकरण

स्टॉप वाच, थर्मामीटर, दो आयतनमितीय फ़्लास्क (25 mL), सूक्ष्म बीकर (10 mL), स्पिरिट लैंप/बुन्सन बर्नर, चीनी प्याली और तिपाई स्टैंड

आवश्यक रसायन

0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ और 1 M HCl

कार्यविधि

1. एक 10 mL के बीकर में 3 mL 0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ लीजिए और इसमें 1 mL 1.0 M HCl मिलाइए।
2. प्रयोग 9.1 के अनुसार कमरे के ताप पर चिह्न 'X' के अदृश्य होने का समय रिकॉर्ड कीजिए।
3. 0.2 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ और 1.0 M HCl के स्टॉक विलयनों को एक जल ऊष्मक पर 30°C तक गर्म कीजिए। पद 1 में बताए अनुसार इन विलयनों की मात्राएँ मिलाइए और चिह्न 'X' के अदृश्य होने का समय रिकॉर्ड कीजिए।
4. स्टॉक विलयनों को 40°C एवं 50°C तक गर्म करके प्रयोग को दोहराइए।

सारणी 9.2 — प्रेक्षण सारणी

क्रमांक	अभिक्रिया मिश्रण का ताप ($^\circ\text{C}$)	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ का आयतन (mL)	HCl का आयतन (mL)	चिह्न 'X' के अदृश्य होने में लगा समय (सेकेंड में)
1.	कमरे का ताप ($^\circ\text{C}$)	3.0	1.0	
2.	30°C	3.0	1.0	
3.	40°C	3.0	1.0	
4.	50°C	3.0	1.0	

नोट

तापक्रम (x-अक्ष) और चिह्न के अदृश्य होने में लगे समय के प्रतिलोम ($1/t$) (y-अक्ष) के मध्य ग्राफ़ खींचिए।

परिणाम

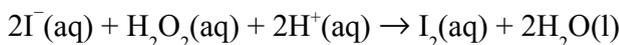
अभिक्रिया वेग पर ताप के प्रभाव के संदर्भ में ग्राफ़ से निष्कर्ष निकालिए।

प्रयोग 9.3

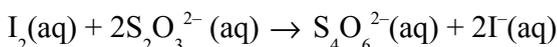
आयोडाइड आयनों की हाइड्रोजन परऑक्साइड के साथ कमरे के ताप पर अभिक्रिया (क्लॉक अभिक्रिया) के वेग पर सांद्रता परिवर्तन के प्रभाव का अध्ययन करना

सिद्धांत

आयोडाइड आयनों एवं हाइड्रोजन परऑक्साइड के मध्य अभिक्रिया अम्लीय माध्यम में होती है जिसे निम्नानुसार दर्शाया जा सकता है—



इस अभिक्रिया में हाइड्रोजन परऑक्साइड आयोडाइड आयनों (I^-) को आणविक आयोडीन में ऑक्सीकृत कर देती है। यदि उपरोक्त अभिक्रिया मिश्रण में स्टार्च की उपस्थिति में सोडियम थायोसल्फेट की परिकलित मात्रा सूचक के रूप में मिलाई जाए तो उत्सर्जित आयोडीन जिस तेज़ी से उत्पन्न होती है उसी तेज़ी से थायोसल्फेट आयनों से अभिक्रिया करती है जब तक कि संपूर्ण थायोसल्फेट आयन टेट्राथायोनेट आयनों में ऑक्सीकृत नहीं हो जाते हैं।



थायोसल्फेट आयनों के पूर्ण उपभोग के पश्चात् उत्सर्जित आयोडीन की सांद्रता तेज़ी से बढ़ती है और स्टार्च के साथ गहरे नीले रंग का संकुल बनाती है। निश्चित मात्रा के थायोसल्फेट आयनों के उपभोग में लगा समय पुनः प्राप्य होता है। चूँकि, यहाँ पर रंग के उत्पन्न होने का समय रिकॉर्ड किया जाता है अतः इसे क्लॉक अभिक्रिया कहते हैं।

आवश्यक उपकरण

तीन आयतनमितीय फ़्लास्क (25 mL), पाँच सूक्ष्म बीकर (10 mL), चार ड्रॉपर और स्टॉप वाच

आवश्यक रसायन

1.0 M H_2SO_4 , 0.1 M KI, 0.04 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 3% H_2O_2 , 1% स्टार्च विलयन

कार्यविधि

1. 0.04 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ विलयन को 'A' चिह्नित कीजिए।
2. 0.1 M KI विलयन को 'B' चिह्नित कीजिए।

- 25 mL के आयतनमितीय फ्लास्क में 3% H_2O_2 के 5 mL, 1.0 M H_2SO_4 के 5 mL और ताज़ा बने स्टार्च विलयन की 2 बूँदें स्थानांतरित कीजिए। इसे विलयन 'C' चिह्नित कीजिए।
- 5 सूक्ष्म बीकर (10 mL) लीजिए और उन्हें 1, 2, 3, 4, 5 चिह्नित कीजिए।
- नीचे दी गई सारणी के अनुसार प्रत्येक बीकर में क्रमानुसार अभिकर्मक मिलाइए।
- विलयन 'C' की प्रथम बूँद मिलाते ही स्टॉप वाच आरंभ कर दीजिए।
- नीले रंग के उत्पन्न होने के समय को नोट कीजिए।

सारणी 9.3 — प्रेक्षण सारणी

बीकर क्रमांक	बूँदों की संख्या				
	विलयन A $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	विलयन B (KI)	H_2O	विलयन C (H_2O_2)	समय (S)
1.	1	10	0	10	
2.	1	8	2	10	
3.	1	6	4	10	
4.	1	4	6	10	
5.	1	2	8	10	

समय के प्रतिलोम ($1/t$) (y-अक्ष) और KI की बूँदों की संख्या (KI की सांद्रता) (x-अक्ष) के मध्य ग्राफ़ खींचिए।

परिणाम

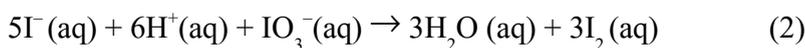
KI की सांद्रता बढ़ाने पर अभिक्रिया के वेग पर पड़ने वाले प्रभाव के बारे में ग्राफ़ से निष्कर्ष निकालिए।

प्रयोग 9.4

स्टार्च विलयन का सूचक के रूप में प्रयोग करते हुए पोटैशियम आयोडेट (KIO_3) एवं सोडियम सल्फाइड (Na_2SO_3) के मध्य अभिक्रिया के वेग का अध्ययन करना

सिद्धांत

KIO_3 एवं Na_2SO_3 की अभिक्रिया से आयोडाइड आयन बनते हैं जो कि अम्लीय माध्यम में IO_3^- आयनों द्वारा आयोडीन में ऑक्सीकृत हो जाते हैं। संपूर्ण अभिक्रिया निम्नानुसार दो पदों में होती है —



उत्पन्न आयोडीन स्टार्च विलयन के साथ नीला रंग उत्पन्न करती है। यह अभिक्रिया भी पूर्व अभिक्रिया के समान क्लॉक अभिक्रिया कहलाती है।

आवश्यक उपकरण

पास्तेर पिपेट, पाँच सूक्ष्म बीकर (10 mL), दो बीकर (50 mL), स्पिरिट लैंप/बुन्सन बर्नर, त्रिपाद स्टैंड, स्टॉप वाच

आवश्यक रसायन

1% स्टार्च विलयन, 0.2% Na_2SO_3 विलयन, 0.2% KIO_3 एवं सांद्र H_2SO_4

कार्यविधि

- (i) 0.2% KIO_3 बनाने के लिए, 0.5 M H_2SO_4 के 0.6 mL युक्त 10 mL जल में 0.1 g KIO_3 घोलिए और जल मिलाते हुए विलयन को 50 mL कर लीजिए।
- (ii) 0.2% Na_2SO_3 के लिए 0.05 g Na_2SO_3 को 25 mL जल में घोलिए।
- (iii) 1% स्टार्च के लिए 0.25 g स्टार्च (विलेयशील) को 25 mL उबलते हुए जल में घोलिए।

2. एक 10 mL के बीकर में 1 mL KIO_3 विलयन, 1 mL 1% स्टार्च विलयन और 3 mL जल को स्थानांतरित कीजिए ताकि, आयतन 5 mL हो जाए। इसे भली प्रकार मिश्रित कीजिए।
3. 0.2% Na_2SO_3 विलयन के 5 mL को उपरोक्त बीकर में स्थानांतरित कीजिए और नीले रंग के प्रकट होने के लिए आवश्यक समय को रिकॉर्ड कीजिए।
4. बीकर को धोइए और निम्नलिखित सारणी में दिए विवरणानुसार पद 2 और 3 को दोहराइए।

सारणी 9.4 — प्रेक्षण सारणी

क्रमांक	KIO_3 (mL)	स्टार्च (mL)	जल (mL)	Na_2SO_3 (mL)	लिया गया समय (S)
1.	1.0	1.0	3.0	5.0	
2.	2.0	1.0	2.0	5.0	
3.	3.0	1.0	1.0	5.0	
4.	4.0	1.0	—	5.0	
5.	4.5	0.5	—	5.0	

KIO_3 विलयन के आयतन (x-अक्ष) और नीले रंग के उत्पन्न होने में लगे समय के प्रतिलोम (अभिक्रिया की दर) (y-अक्ष) के मध्य ग्राफ़ खींचिए।

परिणाम

ग्राफ़ से निष्कर्ष निकालिए।

सावधानियाँ

1. चूँकि सोडियम सल्फाइड, वायु में आसानी से ऑक्सीकृत हो सकता है अतः हमेशा इसका ताज़ा विलयन बनाइए।
2. ताज़ा बना हुआ स्टार्च विलयन ही उपयोग में लीजिए।

अध्याय 10

ऊष्मा रसायन

अधिकांश अभिक्रियाएँ स्थिर वायुमंडलीय दाब पर संपन्न होती हैं। अभिक्रियाओं के लिए ऊष्मा परिवर्तन जोकि स्थिर दाब (यह वायुमंडलीय दाब भी हो सकता है और नहीं भी) पर मापे जाते हैं, एन्थैल्पी परिवर्तन कहलाते हैं। एन्थैल्पी परिवर्तन तापीय परिवर्तन से निम्नलिखित प्रकार से संबंधित होते हैं —

$$\begin{aligned}\Delta H &= q_p \\ &= M.c_p \cdot \Delta T\end{aligned}\quad (1)$$

जहाँ m = द्रव्यमान

c_p = स्थिर दाब पर विशिष्ट ऊष्मा धारिता

ΔT = तापक्रम में परिवर्तन

ऊष्मा परिवर्तनों के मापन साधारणतया धात्विक पात्रों में किए जाते हैं, जिन्हें कैलोरीमापी कहते हैं।

थर्मोरासायनिक परिवर्तनों के अध्ययन के लिए धात्विक कैलोरीमापियों का उपयोग नहीं किया जाता है, क्योंकि धातु प्रयुक्त पदार्थों से अभिक्रिया कर सकते हैं। स्टैनलैस स्टील या स्वर्ण लेपित कॉपर कैलोरीमापी का उपयोग किया जा सकता है। थर्मस फ़्लास्क में रखे हुए गिलास बीकर या ऊष्मा के कुचालक बॉक्स या स्टाइरोफोम कप में भी अभिक्रियाएँ करवाई जा सकती हैं।

ऊष्मा परिवर्तन मापन के समय कैलोरीमापी, थर्मामीटर और विलोडक भी कुछ ऊष्मा अवशोषित करते हैं। इस ऊष्मा की मात्रा भी ज्ञात होनी चाहिए। यह ऊष्मा कैलोरीमापी की ऊष्मा धारिता C से परिकलित की जा सकती है, जिसे प्रायोगिक रूप से ज्ञात किया जा सकता है। ग्लास के पात्र (बीकर) के मामले में, पात्र के उस भाग की ऊष्मा धारिता जोकि अभिक्रिया मिश्रण के वास्तविक रूप में संपर्क में हैं, ज्ञात की जाती है। इसका कारण यह है कि काँच की ऊष्मा चालकता बहुत कम होती है और काँच का द्रव के संपर्क वाला भाग ही अधिकतम ऊष्मा अवशोषित करता है। अतः कैलोरीमापी की ऊष्मा धारिता, लिए गए द्रव के आयतन के अनुसार बदलती है।

कैलोरीमापी की ऊष्मा धारिता ज्ञात करने के लिए मिश्रणों की विधि उपयोग में लाई जाती हैं। इस प्रयोजन के लिए कैलोरीमापी में कमरे के ताप पर लिए गए जल के ज्ञात आयतन में ज्ञात ताप के ज्ञात आयतन के गर्म जल को मिलाया जाता है। चूँकि ऊर्जा संरक्षित है अतः कैलोरीमापी एवं ठंडे जल द्वारा ग्रहण की गई ऊष्मा, गर्म जल द्वारा दी गई ऊष्मा के तुल्य होती है। अतः हम निम्नलिखित समीकरण लिख सकते हैं —

कैलोरीमापी और ठंडे जल द्वारा ग्रहण ऊष्मा = गर्म जल द्वारा दी गयी ऊष्मा

$$C(t_m - t_c) + m_c c_p (t_m - t_c) = m_h c_p (t_h - t_m) \quad (2)$$

जहाँ t_c , t_h और t_m क्रमशः ठंडे जल, गर्म जल एवं मिश्रण जल का तापमान है

C = कैलोरीमापी की ऊष्मा धारिता

c_p = जल की विशिष्ट ऊष्मा धारिता

m_c और m_h क्रमशः ठंडे एवं गर्म जल के द्रव्यमान हैं।

समीकरण (2) से

$$C = \frac{(m_h c_p t_h - t_m) - (m_c c_p t_m - t_c)}{(t_m - t_c)} \quad (3)$$

जल के लिए $c_p = 4.184 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ g}^{-1}$

चूँकि, जल का घनत्व 1 g mL^{-1} के काफी करीब होता है अतः ग्राम में इसका द्रव्यमान मिली. में इसके आयतन के तुल्य लिया जा सकता है। यदि V_c और V_h क्रमशः ठंडे एवं गर्म जल के आयतन हों, तब समीकरण (3) को निम्नानुसार लिखा जा सकता है —

$$C = \frac{V_h \times 4.184(t_h - t_m) - V_c \times 4.184(t_m - t_c)}{(t_m - t_c)} \quad (4)$$

प्रयोग 10.1

पोटैशियम नाइट्रेट (1:200 मोलर अनुपात) के विलयन की ऐन्थैल्पी ज्ञात करना

सिद्धांत

विलयन बनना प्रायः ऐन्थैल्पी परिवर्तन के साथ होता है। स्थिर दाब पर एक मोल विलेय को विलायक (सामान्यतया जल) की निश्चित मात्रा में घोलने पर उत्पन्न या अवशोषित ऊष्मा, विलयन की ऐन्थैल्पी कहलाती है। विलायक (जल) की मात्रा इसके मोलों की संख्या (n) के पदों में व्यक्त की जाती है। विलेय एवं विलायक की मात्रा का अनुपात 1 : n के रूप में व्यक्त किया जाता है। उदाहरण के लिए, 1 : 200 अनुपात का अर्थ है कि 1 मोल विलेय 200 मोल विलायक में घुला हुआ है।

आवश्यक उपकरण

कैलोरीमापी (LDPE फोम केस में लिया हुआ 50 mL बीकर), डिजिटल थर्मामीटर (0.1 °C), विलोडक (काँच की छड़), बीकर (50 mL), त्रिपाद स्टैंड, वायर गॉज, स्पिरिट लैंप/बर्नर और पिपेट (5 mL)

आवश्यक रसायन

पोटैशियम नाइट्रेट (KNO_3)

कार्यविधि

1. कैलोरीमापी की ऊष्मा धारिता ज्ञात करना

- 50 mL क्षमता का बीकर लीजिए। इसे साफ़ करिए एवं सुखाइए। किट में दिए गए 5 mL के पिपेट की सहायता से इसमें बिलकुल सही 10 mL जल डालिए।
- बीकर को सावधानीपूर्वक LDPE केस में रखिए। ढक्कन में सावधानीपूर्वक विलोडक एवं थर्मामीटर घुसाइए। थर्मामीटर को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि यह विलोडक के घेरे (लूप) में से जाए। केस में फिट करने के लिए थर्मामीटर की ऊँचाई को व्यवस्थित कीजिए।
- कैलोरीमापी के जल का तापक्रम नोट कीजिए और इसके स्थिर मान के लिए 2 मिनट पश्चात् पुनः देखिए। माना कि यह t_c है।

- (iv) दूसरे 50 mL के बीकर में जल की कुछ मात्रा लीजिए और इसे प्रक्षालित कीजिए। 5 mL की पिपेट की सहायता से इसमें 10 mL जल लीजिए।
- (v) त्रिपाद स्टैंड पर रखी वायर गॉज पर उपरोक्त बीकर को कैलोरीमापी में रखे जल की तुलना में 10°C उच्च ताप तक गर्म कीजिए।
- (vi) बीकर को त्रिपाद स्टैंड से हटाइए। एक मिनट प्रतीक्षा कीजिए। गर्म जल का परिशुद्ध तापक्रम (t_h) नोट कीजिए और इसे तुरंत कैलोरीमापी के बीकर में स्थानांतरित कर दीजिए। विलोडक एवं थर्मामीटर के साथ ढक्कन रख दीजिए, मिश्रित जल को हिलाइए और इसके स्थिर ताप (t_m) को नोट कीजिए।

गणना

निम्नलिखित समीकरण का उपयोग करते हुए कैलोरीमापी की ऊष्मा धारिता की गणना कीजिए —

$$(m_c \times 4.184 + C)(t_m - t_c) = m_h \times 4.184 \times (t_h - t_m)$$

जहाँ m_c एवं m_h क्रमशः ठंडे एवं गर्म जल के द्रव्यमान हैं।

जल के घनत्व को 1.0 g mL^{-1} लेने पर उपरोक्त संबंध को निम्नानुसार लिखा जा सकता है —

$$(V_c \times 4.184 + C)(t_m - t_c) = V_h \times 4.184 \times (t_h - t_m)$$

जहाँ —

C = कैलोरीमापी की ऊष्माधारिता

t_c = ठंडे जल का तापक्रम

t_h = गर्म जल का तापक्रम

t_m = मिश्रित जल का तापक्रम

V_h = गर्म जल का mL में आयतन

V_c = ठंडे जल का mL में आयतन

2. विलयन एन्थैल्पी ज्ञात करना

LDPE फोम केस में रखे हुए एक 50 mL के स्वच्छ एवं शुष्क बीकर में 20 mL आसुत जल स्थानांतरित कीजिए और थर्मामीटर एवं विलोडक युक्त एक ढक्कन से इसे ढक दीजिए। स्थिर ताप को रिकॉर्ड कीजिए। माना यह ताप t_1 °C है। खरल की सहायता से पोटैशियम नाइट्रेट का महीन चूर्ण बनाइए और इसकी 0.56 g मात्रा तोलकर लीजिए।

LDPE फोम केस के ढक्कन को खोलिए और इसमें तोले हुए पोटैशियम नाइट्रेट को शीघ्रता से स्थानांतरित कर ढक्कन को पुनः लगा दीजिए। कैलोरीमापी की अंतर्वस्तुओं को तापक्रम के स्थिर होने तक हिलाइए। इस तापक्रम को रिकॉर्ड कीजिए माना कि यह t_2 °C है।

प्रेक्षण

जल का द्रव्यमान $m_w = 20$ g

पोटैशियम नाइट्रेट का द्रव्यमान = 0.56 g

जल का तापमान = t_1 °C

विलयन का तापमान = t_2 °C

गणनाएँ

तापमान में परिवर्तन $\Delta t = |t_2 - t_1|$

(परम मान)

ΔH धनात्मक होगा यदि t_2, t_1 से कम है (ऊष्माशोषी)

ΔH ऋणात्मक होगा यदि t_2, t_1 से अधिक है (ऊष्माक्षेपी)

$$q = (m_w \times 4.184) \times |\Delta t|$$

0.56 g KNO_3 विलेय करने पर, अवशोषित ऊष्मा = q

$$101 \text{ g (1 मोल } KNO_3) \text{ विलेय करने पर } \Delta_{\text{sol.}} H = \frac{qJ \times 101 \text{ g mol}^{-1}}{0.56 \text{ g}}$$

सावधानियाँ

1. कैलोरीमापी के कप में स्वच्छ एवं शुष्क बीकर का उपयोग कीजिए।
2. जल को गर्म करने के लिए प्रयुक्त बीकर को पहले जल से प्रक्षालित कर लेना चाहिए।
3. गर्म जल को कैलोरीमापी में शीघ्रता से स्थानांतरित कीजिए।
4. तोलने से पूर्व पोटैशियम नाइट्रेट को बारीक चूर्णित कर लेना चाहिए जिससे कि यह जल में पूर्ण एवं शीघ्रता से विलेय हो जाए।

नोट

उपरोक्त प्रयोग को 0.82 g पोटैशियम डाइक्रोमेट (1:400) या 0.30 g अमोनियम क्लोराइड (1:200) लेकर भी किया जा सकता है।

प्रयोग 10.2

HCl और NaOH की उदासीनीकरण ऐन्थैल्पी ज्ञात करना

आवश्यक उपकरण

कैलोरीमापी, दो बीकर (50 mL), थर्मामीटर (0.1°C या डिजिटल), विलोडक, बर्नर/स्परिट लैंप और वायर गॉज के साथ त्रिपाद स्टैंड और पिपेट (5 mL)

आवश्यक रसायन

1 M HCl विलयन और 1 M NaOH

कार्यविधि

1. कैलोरीमापी की ऊष्माधारिता ज्ञात करना

इसे प्रयोग 10.1 में दी गई क्रियाविधि के अनुसार ज्ञात किया जा सकता है।

2. उदासीनीकरण ऐन्थैल्पी ज्ञात करना

- LDPE केस में रखे हुए 50 mL के बीकर में 1 M HCl का 10 mL लीजिए। एक अन्य 50 mL का स्वच्छ बीकर लीजिए। इसे 1 M NaOH से प्रक्षालित कीजिए और फिर इसमें 1 M NaOH का 10 mL लीजिए।
- दोनों विलयनों का तापमान नोट कीजिए। माना कि यह t_1 °C और t_2 °C है।
- कैलोरीमापी में NaOH विलयन स्थानांतरित कीजिए। विलोडक एवं थर्मामीटर के साथ इसके ऊपर ढक्कन रखिए।
- विलयन को तेजी से हिलाइए और तापमान के स्थिर होने पर उसे नोट कीजिए। माना कि यह t_f है।

गणनाएँ

प्रयोग 10.1 के किए गए अनुसार ऊष्माधारिता (C) की गणना कीजिए।

उदासीनीकरण ऐन्थैल्पी की गणनाएँ

$$\text{प्रारंभिक तापमान} = \frac{t_1 + t_2}{2} = t_i$$

$$\text{विलयन का अंतिम तापमान} = t_f$$

तापमान में वृद्धि = $\Delta t = (t_f - t_i)^\circ\text{C}$

उदासीनीकरण के दौरान उत्पन्न ऊष्मा = $(m_w \times 4.184 + C) \Delta t$

(जल का घनत्व 1 g mL^{-1} लेने पर) = $(20 \times 4.184 + C) \Delta t$

यह ऊष्मा की वह मात्रा है जोकि 1 M HCl के 10 mL को 1 M NaOH के 10 mL के उदासीनीकरण से उत्पन्न होती है।

जब 1 M HCl के 1000 mL को 1 M NaOH के 1000 mL से उदासीन किया जाता है तो उत्पन्न ऊष्मा को ज्ञात कीजिए। यह मात्रा, ऊपर प्राप्त ऊष्मा की मात्रा से 100 गुना होगी।

उत्पन्न ऊष्मा की मात्रा को kJ/mol में व्यक्त कीजिए।

यदि उपरोक्त उपयोग में लिए गए प्रत्येक विलयन की मोलरता M में हो तो उदासीनीकरण ऐन्थैल्पी, J/mol में निम्नलिखित संबंध से ज्ञात की जा सकती है—

$$\Delta_{\text{neut}} H = \frac{(20 \times 4.184 + C) \Delta t}{M} \times 100$$

परिणाम

HCl और NaOH की उदासीनीकरण ऊष्मा kJ mol^{-1} है।

सावधानियाँ

1. HCl और NaOH विलयनों की मोलरता बिल्कुल समान होनी चाहिए।
2. HCl और NaOH विलयनों की मोलरता 1 M से 0.5 M के मध्य हो सकती हैं, परंतु ये एकदम सही ज्ञात होनी चाहिए।
3. थर्मामीटर का बल्ब विलयन में पूर्णतः डूबा हुआ होना चाहिए।
4. ऊष्माधारिता ज्ञात करते समय गर्म जल को स्थानांतरित करने के तुरंत पश्चात् कैलोरीमापी का ढक्कन बंद कर देना चाहिए।

अध्याय 11)

वैद्युत रसायन

प्रयोग 11.1

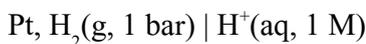
कक्ष ताप पर $Zn|Zn^{2+}||Cu^{2+}|Cu$ सेल में वैद्युत अपघट्यों की सांद्रता परिवर्तन के साथ सेलविभव में परिवर्तन का अध्ययन करना

सिद्धांत

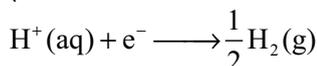
एक गैल्वैनी सेल के दो इलैक्ट्रोडों के मध्य विभवान्तर को सेल विभव कहते हैं और यह वोल्ट में मापा जाता है। यह कैथोड एवं एनोड के मध्य विभवों का अंतर है। जब सेल में कोई विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती है, तब यह सेल का विद्युत वाहक बल (वि.वा.बल/emf) कहलाता है।

$$E_{\text{cell}} = E_{\text{cathode}} - E_{\text{anode}} \quad (1)$$

अर्द्ध-सेलों का विभव अलग-अलग नहीं मापा जा सकता। हम केवल सेल का वि.वा. बल (emf) ज्ञात कर सकते हैं, जोकि दो अर्द्ध-सेलों के विभवों का अंतर देता है। मानक हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड का निरूपण निम्न रूप से किया जाता है—



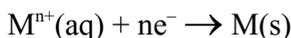
इसमें होने वाली अभिक्रिया है—



इंटरनेशनल यूनियन ऑफ़ अप्लाइड कैमिस्ट्री (IUPAC) के नियमानुसार मानक हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड का विभव किसी भी विशिष्ट तापमान पर शून्य माना जाता है।

अर्द्ध-सेल विभव, मानक हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड के सापेक्ष मापे जाते हैं। मानक हाइड्रोजन इलैक्ट्रोड को एनोड (संदर्भ अर्द्ध-सेल) लेते हुए एवं मानक परिस्थितियों में जिसका विभव ज्ञात करना है उस इलैक्ट्रोड को कैथोड लेते हुए सेल बनाया जाता है। तब सेल विभव ही दूसरे अर्द्ध-सेल के इलैक्ट्रोड विभव के तुल्य होता है।

$$\begin{aligned} E_{\text{cell}}^{\circ} &= E_{\text{cathode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ} \\ &= E_{\text{cathode}}^{\circ} \quad \text{चूँकि } E_{\text{anode}}^{\circ} = 0 \end{aligned}$$



नेर्नस्ट ने सांद्रता एवं इलैक्ट्रोड विभव के लिए निम्नलिखित संबंध स्थापित किया —

$$E_{M^{n+}/M} = E^\circ_{M^{n+}/M} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[M]}{[M^{n+}]} \quad (2)$$

ठोस M की सांद्रता इकाई मानी जाती है अतः समीकरण (2)

$$E_{M^{n+}/M} = E^\circ_{M^{n+}/M} - \frac{RT}{nF} \ln \frac{1}{[M^{n+}]} \quad (3)$$

बन जाता है।

यहाँ R, गैस स्थिरांक ($8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) F, फैराडे स्थिरांक (96487 C mol^{-1}) T, केल्विन में तापमान एवं $[M^{n+}]$, M^{n+} स्पीशीज़ की मोलर सांद्रता है। $E_{M^{n+}/M}$ इस सांद्रता पर इलैक्ट्रोड विभव एवं $E^\circ_{M^{n+}/M}$ मानक इलैक्ट्रोड विभव है।

निम्नलिखित सेल के लिए नेर्नस्ट समीकरण होगा —



$$E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - \frac{2.303}{2F} \log \frac{[\text{Zn}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$$

$$E_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cell}} - 0.025955 \log \frac{C_1}{C_2}$$

जहाँ C_1 एवं C_2 क्रमशः Zn^{2+} एवं Cu^{2+} आयनों की मोलर सांद्रताएँ हैं।

निम्नलिखित प्रयोग में वैद्युत अपघट्यों की सांद्रता परिवर्तन के साथ $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$ के सेल विभव में परिवर्तन का अध्ययन किया जाएगा।

आवश्यक उपकरण

दो सूक्ष्म परखनलियाँ, सूक्ष्म परखनली स्टैंड और मल्टीमीटर

आवश्यक रसायन

दानेदार जिंक, कॉपर छीलन, 1.0 M ZnSO_4 और 1.0 M CuSO_4 , KCl का संतृप्त विलयन

कार्यविधि

1. दो सूक्ष्म परखनलियाँ लीजिए। इन पर A और B चिह्नित कीजिए।
2. परखनली A में Cu की छीलन और 1.0 M CuSO₄ विलयन लीजिए।
3. परखनली B में दानेदार Zn और 1.0 M ZnSO₄ विलयन लीजिए।
4. दोनों परखनलियों को सूक्ष्म परखनली स्टैंड पर रखिए।
5. दोनों परखनलियों को KCl में डुबाए गए फ़िल्टर पत्र के द्वारा बनाए गए लवण सेतु द्वारा जोड़िए।
6. मल्टीमीटर की घुंटी को 20 V परास पर सेट करते हुए इसकी सहायता से सेल का वि.वा.बल मापिए (ध्यान रखिए कि लाल रंग की लीड +ve चिह्नित छिद्र में डाली गई हो एवं काली COM चिह्नित छिद्र में हो)।
7. निम्नलिखित सारणी 11.1 एवं 11.2 में दिए अनुसार कॉपर सल्फ़ेट एवं जिंक सल्फ़ेट विलयनों की सांद्रताओं में परिवर्तन करते हुए उपरोक्त क्रियाविधि को दोहराइए।

नोट

प्रदर्शन के लिए इन विलयनों को दो 50 mL बीकरों में भी लिया जा सकता है।

सारणी 11.1 — प्रेक्षण [Zn²⁺] = 1 M

क्रमांक	[Cu ²⁺] (M)	log [Cu ²⁺]	प्रेक्षित E _{cell} /V	परिकल्पित E _{cell} /V
1.	1.0	0.0		
2.	0.1	-1		
3.	0.01	-2		

सारणी 11.2 — प्रेक्षण [Cu²⁺] = 1 M

क्रमांक	[Zn ²⁺]	log [Zn ²⁺]	प्रेक्षित E _{cell} /V	परिकल्पित E _{cell} /V
1.	1.0	0		
2.	0.1	-1		
3.	0.001	-2		

परिणाम

.....

.....

.....

.....

सावधानी

कॉपर छीलन एवं दानेदार जिंक संगत विलयनों में आंशिक रूप से डूबे हुए होने चाहिए।

परिशिष्ट

सामान्य प्रयोगशाला अभिकर्मकों को बनाना

I. सांद्र अम्ल

क्रमांक	नाम	लगभग सांद्रता	विशिष्ट गुरुत्व	प्रति मि.लीटर लगभग मात्रा	भार प्रतिशत
1.	ऐसीटिक अम्ल (ग्लेशियल)	17.6 / M (17.6 N)	1.06	1.06 g/mL	99.5%
2.	सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	11.7 / M (11.7 N)	1.19	0.426 g/mL	36.0%
3.	सांद्र नाइट्रिक अम्ल	15.6 / M (15.6 N)	1.42	0.998 g/mL	69.5%
4.	सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल	18 / M (36.0 N)	1.84	1.76 g/mL	98.0%

II. तनु अम्ल

क्रमांक	नाम	सांद्रता	बनाने की विधि
1.	तनु ऐसीटिक अम्ल	5 M (5 N)	29 mL ग्लेशियल ऐसीटिक अम्ल को आसुत जल से तनु कीजिए और विलयन का आयतन 100 mL तक कीजिए।
2.	तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	5 M (5 N)	43 mL सांद्र HCl को आसुत जल में मिलाइए और विलयन का आयतन 100 mL तक कीजिए।
3.	तनु नाइट्रिक अम्ल	5 M (5 N)	32 mL सांद्र नाइट्रिक अम्ल को आसुत जल में मिलाइए और विलयन का आयतन 100 mL तक कीजिए।
4.	तनु सल्फ्यूरिक अम्ल	2.5 M (5 N)	14 mL सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल को धीरे-धीरे एवं हिलाते हुए 50 mL आसुत जल में डालिए। ठंडा कीजिए और विलयन का आयतन 100 mL तक कीजिए।

III. क्षारक

क्रमांक	नाम	सांद्रता	बनाने की विधि
1.	अमोनिया विलयन (अमोनिया लिक्वर)	15 M (15 N)	जैसी सप्लाई हुई है।
2.	तनु अमोनिया विलयन	2 M (2 N)	13 mL सांद्र अमोनिया विलयन को आसुत जल में डालिए और आयतन को 100 mL तक कीजिए।
3.	सोडियम हाइड्रॉक्साइड	5 M (5 N)	20 g सोडियम हाइड्रॉक्साइड टिकियाओं को 100 mL आसुत जल में विलेय कीजिए।

IV. अन्य अभिकर्मक

क्रमांक	नाम	सांद्रता	मोलर द्रव्यमान (g mol ⁻¹)	बनाने की विधि
1.	अमोनियम ऐसिटेट	2 M (2 N)	77	15.4 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और 100 mL तक तनु कीजिए।
2.	अमोनियम क्लोराइड	5 M (5 N)	53.5	26.8 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और 100 mL तक तनु कीजिए।
3.	अमोनियम कार्बोनेट	1.7 M (3.5 N)	96	16.3 g अमोनियम कार्बोनेट को 14 mL अमोनिया लिक्वर में विलेय कीजिए और विलयन को आसुत जल से 100 mL तक बनाइए।

4.	अमोनियम मोलिब्डेट	–	195.9	10g लवण को 10mL अमोनिया लिक्वर में विलेय कीजिए। इसमें 25g अमोनियम नाइट्रेट मिलाइए और इसे 100mL तक आसुत जल से तनु कीजिए।
5.	अमोनियम ऑक्सैलेट	0.5 M (1 N)	142	7.1 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और आयतन 100 mL तक तनु कीजिए।
6.	अमोनियम सल्फ़ेट	1 M (2 N)	132	13.2 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और 100 mL तक तनु कीजिए।
7.	बेरियम क्लोराइड $BaCl_2 \cdot 2H_2O$	0.5 M (0.5 N)	244	6.1 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और 100 mL तक तनु कीजिए।
8.	ब्रोमीन जल	लगभग संतृप्त	160	0.2 mL ब्रोमीन को 10 mL आसुत जल में मिलाइए और मिश्रण को अच्छी तरह हिलाइए। इसे किसी गहरे रंग की बोतल में रखिए।
9.	क्लोरीन जल	–	71	1.5 g पोटैशियम क्लोरेट को 150 mL जल में विलेय कीजिए और इसमें लगभग 10 mL सांद्र HCl को धीरे-धीरे हिलाते हुए मिलाइए। इसे किसी बंद बोतल में रखिए।

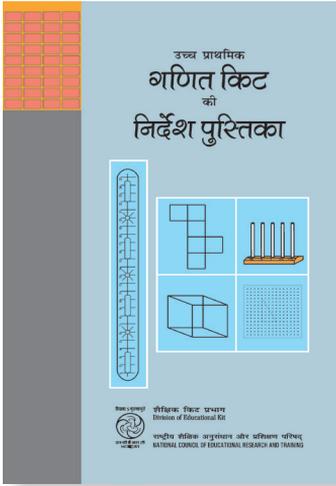
10.	कॉपर सल्फेट	14%	249.5	14 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और विलयन को 100 mL तक तनु कीजिए।
11.	डाइमेथिल ग्लाइऑक्सिम	1%	–	0.1 g ठोस को 10 mL एथिल ऐल्कोहोल में विलेय कीजिए।
12.	डाइसोडियम हाइड्रोजन फॉस्फेट $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	0.3 M (N)	358	12 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और 100 mL तक तनु कीजिए।
13.	फैरिक क्लोराइड $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.33 M (1 N)	270	1 mL सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल युक्त आसुत जल में 9 g लवण को विलेय कीजिए और विलयन को 100 mL तक तनु कीजिए।
14.	आयोडीन विलयन	–	254	1.0 g आयोडीन क्रिस्टलों को न्यूनतम जल में घुले 2 g पोटेशियम आयोडाइड विलयन में घोलिए और विलयन को 100 mL तक तनु कीजिए।
15.	लेड ऐसीटेट $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$	0.5 M (N)	–	1.5 mL ऐसीटिक अम्ल युक्त 50 mL आसुत जल में 20 g लवण को विलेय कीजिए और विलयन को 100 mL तक तनु कीजिए।

16.	चूने का पानी $\text{Ca}(\text{OH})_2$	0.02 M (0.04 N)	74	0.2-0.3 g कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड को 100 mL आसुत जल में मिलाइए। कुछ समय पश्चात् विलयन को छानिए और अभिकर्मक बोतल में रखिए। अभिकर्मक को वायुमंडलीय CO_2 से बचाने के लिए बोतल अच्छी प्रकार बंद होनी चाहिए।
17.	लिटमस विलयन (नीला)	—	—	1 g लिटमस को आसुत जल में विलेय कीजिए और आयतन को 100 mL तक कीजिए।
18.	लिटमस विलयन (लाल)	—	—	नीले लिटमस विलयन में 1 बूँद तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की मिलाइए।
19.	मेथिल ऑरेंज	—	—	0.1 g ठोस को 100 mL आसुत जल में विलेय कीजिए।
20.	पोटैशियम क्रोमेट K_2CrO_4	0.25 M (0.5 N)	194	4.9 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और 100 mL तक तनु कीजिए।
21.	पोटैशियम डाइक्रोमेट	0.15 M (1 N)	294	4.9 g लवण को आसुत जल में घोलिए और विलयन को 100 mL तक तनु कीजिए।
22.	पोटैशियम फैरोसाइनाइड	0.15 M (0.5 N)	368	4.6 g लवण को आसुत जल में घोलिए और 100 mL तक तनु कीजिए।

23.	पोटैशियम आयोडाइड	0.5 / M (0.5 N)	166	8.3 g लवण को आसुत जल में घोलिए और विलयन को 100 mL तक तनु कीजिए।
24.	पोटैशियम परमैंगनेट	0.06 / M (0.3 N)	158	1 g लवण को 100 mL आसुत जल में घोलिए। विलयन को गर्म कीजिए और गिलास वूल के द्वारा छान लीजिए।
25.	पोटैशियम थायोसायनेट	0.5 / M (0.5 N)	97	4.9 g लवण को आसुत जल में विलेय कीजिए और आयतन को 100 mL तक कीजिए।
26.	फिनॉलफ्रथैलीन		1%	1 g ठोस को 100 mL एथिल ऐल्कोहॉल में विलेय कीजिए।
27.	सिल्वर नाइट्रेट	0.1 M	170	17 g लवण को 250 mL आसुत जल में विलेय कीजिए और इसे किसी भूरी बोतल में संग्रहित रखिए।
28.	स्टार्च			लगभग 1.0 g स्टार्च का ठंडे जल में पेस्ट बनाइए और इसे 100 mL उबलते हुए जल में हिलाते हुए मिलाइए। लगभग 10 मिनट उबालिए और ठंडा कीजिए।

टिप्पणी

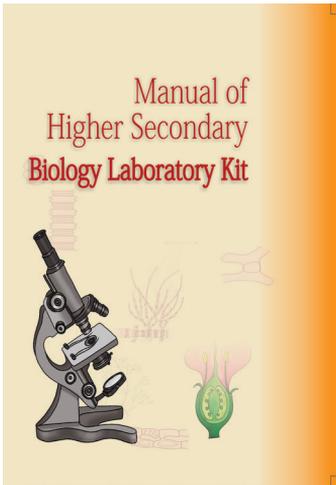
टिप्पणी



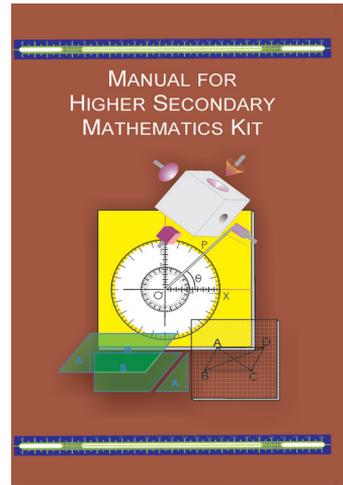
उच्च प्राथमिक गणित किट की निर्देश पुस्तिका
 ₹ 50.00 / pp.62
 Code— 1338
 ISBN— 978-93-5007-304-9



माध्यमिक विज्ञान किट मैनुअल
 ₹ 290.00 / pp.188
 Code— 13073
 ISBN— 978-93-5007-176-2

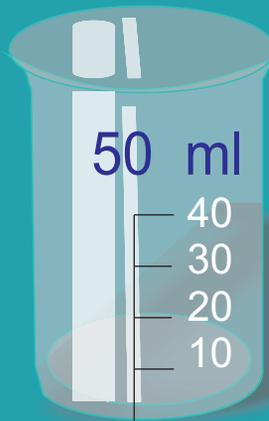


Manual of Higher Secondary Biology Laboratory Kit
 ₹ 165.00 / pp.108
 Code— 13163
 ISBN— 978-93-5007-786-3



Manual for Higher Secondary Mathematics Kit
 ₹ 105.00 / pp.108
 Code— 13165
 ISBN— 978-93-5292-015-0

अधिक जानकारी के लिए कृपया www.ncert.nic.in देखिए अथवा कॉपीराइट पृष्ठ पर दिए गए पत्तों पर व्यापार प्रबंधक से संपर्क करें।



13186

विद्यया ऽ मृतमश्नुते



एन सी ई आर टी
NCERT

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्
NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

ISBN 978-93-5292-122-5