प्रयोग 14 प्रदूषित जल-प्रतिदर्श की रासायनिक ऑक्सीजन मांग का निर्धारण

रूपरेखा

14.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
14.2 नियम
14.3 आवश्यकताएं
14.4 दिए गए विलयन
14.5 प्रक्रिया
14.6 प्रेक्षण
14.7 परिकलन
14.8 परिणाम
14.9 सावधानियाँ

14.1 प्रस्तावना

किसी प्रबल रासायनिक ऑक्सीकारक द्वारा ऑक्सीकरण के प्रति सुग्राही कार्बनिक द्रव्य के ऑक्सीकरण के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की माप को रासायनिक ऑक्सीजन मांग (सी.ओ.डी.) कहते हैं। अम्लीकृत पोटैशियम डाइक्रोमेट के साथ प्रतिदर्श के पश्चवाहन द्वारा रासायनिक ऑक्सीकरण किया जाता है। यह विधि अधिकांश कार्बनिक यौगिकों के 95–100% ऑक्सीकरण के लिए उपयोगी होती है। पिरिडीन और संबंधित यौगिक ऑक्सीकरण का प्रतिरोध करते हैं। वाष्पशील कार्बनिक यौगिक केवल तब तक ऑक्सीकृत होते हैं, जब तक वे ऑक्सीकारक के संपर्क में रहते हैं। प्रयोगशाला में अधिकांश अपशिष्टों का सी.ओ.डी. निर्धारित करने के लिए खुले पश्चवाह प्रक्रम का उपयोग किया जाता है। सी.ओ.डी. का महत्व इस कारण है कि वह ऑक्सीकरणीय कार्बनिक द्रव्य के आकलन की विधि प्रस्तुत करता है। पेय जल में उपस्थित कार्बनिक द्रव्य का जब विसंक्रमण के लिए क्लोरीनन किया जाता है तो कैन्सरजन पदार्थ उत्पन्न होते हैं। औद्योगिक उपयोग की दृष्टि से कार्बनिक द्रव्य के अपघटन उत्पादों से संक्षारण की समस्या पैदा हो सकती है। इसके अतरिक्त आयन विनिमय रेजिनों को क्षति हो सकती है। अप्रदूषित जल की रासायनिक ऑक्सीजन मांग 5 ppm से कम होती है जबकि प्रदूषित जल और औद्योगिक तथा घरेलू अपशिष्टों का उच्च सी.ओ.डी. मान होता है।

उद्देश्य

इस प्रयोग की पाठ्य सामग्री पढ़ने और प्रयोग करने के बाद, आप :

- जल में सी.ओ.डी. का महत्व बता सकेंगे, और
- जल-प्रतिदर्श में सी.ओ.डी. निर्धारित कर सकेंगे।

14.2 नियम

ऑक्सीकरण के लिए आवश्यक ऑक्सीजन उत्पन्न करने के लिए पोटैशियम डाइक्रोमेट और सल्फ्यूरिक अम्ल के मिश्रण का उपयोग किया जाता है। सी.ओ.डी. परिकलन निम्नलिखित समीकरण के अनुसार किया जाता है :

$$\left.\begin{array}{l}\text{जल-प्रतिदर्श में कार्बनिक}\\ \text{द्रव्य के लिए आवश्यक}\\ O_2 \text{ के मोलों}\\ \text{की संख्या}\end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l}\text{ऑक्सीकरण के समय}\\ \text{उपभुक्त } K_2Cr_2O_7\\ \text{द्वारा मुक्त किए गए}\\ O_2 \text{ के मोलों की संख्या}\end{array}\right\} \quad \cdots(14.1)$$

$$2\ K_2Cr_2O_7 + 8\ H_2SO_4 \rightarrow 2\ K_2SO_4 + 2\ Cr_2(SO_4)_3 + 3\ O_2 + 8\ H_2O \quad \cdots(14.2)$$

$$\frac{\text{मुक्त } O_2 \text{ के मोलों की संख्या}}{\text{उपभुक्त } K_2Cr_2O_7 \text{ के मोलों की संख्या}} = \frac{3}{2} \quad \cdots(14.3)$$

समीकरणों 14.1 और 14.3 से,

$$\text{आवश्यक } O_2 \text{ के मोलों की संख्या} = \frac{3}{2}\ (\text{उपभुक्त } K_2Cr_2O_7 \text{ के मोलों की संख्या}) \quad \cdots(14.4)$$

जल-प्रतिदर्श का पोटैशियम डाइक्रोमेट के ज्ञात आधिक्य के साथ प्रबल अम्ल विलयन में पश्चवाह किया जाता है। अनप्रयुक्त पोटैशियम डाइक्रोमेट का फेरस अमोनियम सल्फेट के साथ अनुमापन किया जाता है। अनुमाप मान से, ऑक्सीकरण में उपभुक्त पोटैशियम डाइक्रोमेट के तुल्य फेरस अमोनियम सल्फेट का आयतन परिकलित किया जाता है। उल्लेखनीय है कि फेरस सल्फेट, फेरस अमोनियम सल्फेट का रसायनत: सक्रिय भाग होता है।

$$6\ FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7\ H_2SO_4 \rightarrow 3\ Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7\ H_2O \quad \cdots(14.5)$$

$$\frac{\text{पोटैशियम डाइक्रोमेट के मोलों की संख्या}}{\text{फेरस अमोनियम सल्फेट के मोलों की संख्या}} = \frac{1}{6} \quad \cdots(14.6)$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{ऑक्सीकरण के}\\ \text{समय उपभुक्त}\\ K_2Cr_2O_7 \text{ के}\\ \text{मोलों की संख्या}\end{array}\right\} = \frac{1}{6} \left\{\begin{array}{l}\text{कार्बनिक द्रव्य के ऑक्सीकरण}\\ \text{के समय उपभुक्त पोटैशियम}\\ \text{डाइक्रोमेट के साथ क्रिया करने}\\ \text{के लिए आवश्यक फेरस}\\ \text{अमोनियम सल्फेट के मोलों की संख्या}\end{array}\right\} \quad \cdots(14.7)$$

समीकरणों 14.4 और 14.7 के संयोजन से,

$$\left.\begin{array}{l}\text{ऑक्सीकरण के लिए}\\ \text{आवश्यक } O_2 \text{ के}\\ \text{मोलों की संख्या}\end{array}\right\} = \frac{1}{4} \left\{\begin{array}{l}\text{कार्बनिक द्रव्य के ऑक्सीकरण}\\ \text{के समय उपभुक्त पोटैशियम}\\ \text{डाइक्रोमेट के साथ क्रिया करने}\\ \text{के लिए आवश्यक फेरस अमोनियम}\\ \text{सल्फेट के मोलों की संख्या}\end{array}\right\} \quad \cdots(14.8)$$

अर्थात् $$M_bV_b = \frac{1}{4}\ M_aV_a \quad \cdots(14.9)$$

जिसमें M_b, जल-प्रतिदर्श में ऑक्सीजन की मोलरता, V_b लिए गए जल का आयतन; M_a, फेरस अमोनियम सल्फेट की मोलरता, और V_a, ऑक्सीकरण के समय उपभुक्त $K_2Cr_2O_7$ के आयतन के साथ अभिक्रिया के लिए आवश्यक उसका आयतन है।

$$M_b = \frac{M_a V_a}{4V_b} \qquad \cdots(14.10)$$

इस पाठ्यक्रम की इकाई 5 के समीकरण 5.1 और समीकरण 14.10 से प्रयोग 12 के समीकरण 12.8 की भांति लिख सकते हैं;

रासायनिक ऑक्सीजन मांग ppm मात्रक में $= 32000\, M_b$ ....(14.11)

$$= \frac{8000 \begin{pmatrix}\text{फेरस अमोनियम}\\ \text{सल्फेट विलयन}\\ \text{की मोलरता}\end{pmatrix} \begin{pmatrix}\text{ऑक्सीकरण के समय उपभुक्त}\\ \text{पोटैशियम डाइक्रोमेट के साथ}\\ \text{अभिक्रिया के लिए आवश्यक}\\ \text{फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन}\\ \text{का आयतन}\end{pmatrix}}{\text{जल प्रतिदर्श का आयतन}} \qquad \cdots(14.12)$$

ध्यान दें

समीकरण 14.12 प्रयुक्त करते समय सान्द्रता के लिए मोलरता (M) मात्रक और आयतन के लिए cc मात्रक का उपयोग करना है। परिणाम, ppm मात्रक में व्यक्त करना है।

जल-प्रतिदर्श के V आयतन में उपस्थित ऑक्सीकरणीय घटक द्वारा उपभुक्त पोटैशियम डाइक्रोमेट के साथ अभिक्रिया के लिए आवश्यक फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन परिकलित करने के लिए नीचे दी गई प्रक्रिया का अनुसरण किया जाता है। $K_2Cr_2O_7$ के ज्ञात आधिक्य आयतन का जल-प्रतिदर्श के V आयतन के साथ पश्चवाह करने के बाद ठंडा कर लिया जाता है। अप्रयुक्त आधिक्य $K_2Cr_2O_7$ का निर्धारण फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन के साथ अनुमापन द्वारा किया जाता है। माना फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का अनुमाप मान V_c है।

आसुत जल के V आयतन में $K_2Cr_2O_7$ विलयन का उतना ही आयतन मिलाकर पश्चवाह करें। ठंडा करने के बाद मानक फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन के साथ अनुमापन करें। माना अनुमाप मान, V_d (अर्थात् रिक्त अनुमाप मान) है।

$$\left.\begin{array}{l}\text{इसलिए जल-प्रतिदर्श में कार्बनिक द्रव्य के}\\ \text{ऑक्सीकरण के समय उपभुक्त } K_2Cr_2O_7 \text{ के साथ}\\ \text{अभिक्रिया के लिए आवश्यक फेरस अमोनियम}\\ \text{सल्फेट विलयन का आयतन}\end{array}\right\} = (V_d - V_c) \qquad \cdots(14.13)$$

हम $(V_d - V_c)$ का उपयोग करते हैं क्योंकि यह मान दिए गए जल-प्रतिदर्श में ऑक्सीकरणीय द्रव्य को निरूपित करता है जो आसुत जल में उपस्थित ऑक्सीकरणीय द्रव्य से अधिक है। साथ ही $V_c < V_d$, क्योंकि आसुत जल की तुलना में अपचयनीय कार्बनिक द्रव्य वाले जल-प्रतिदर्श के लिए अप्रयुक्त डाइक्रोमेट कम होगा।

समीकरणों 14.12 और 14.13 से

$$\text{रासायनिक ऑक्सीजन मांग} = \frac{800\, M_{FeSO_4}(V_d - V_c)}{V} \qquad \cdots(14.14)$$

जिसमें M_{FeSO_4} फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन की मोलरता है।

वाष्पशील ऋजु-शृंखल ऐलिफ़ैटिक यौगिकों का पर्याप्त ऑक्सीकरण नहीं होता है। इसका कारण वाष्प अवस्था में उपस्थित वाष्पशील कार्बनिक द्रव्य और डाइक्रोमेट के परस्पर संपर्क का न होना है। सिल्वर सल्फेट को उत्प्रेरक के रूप में मिलाने से ऋजु-शृंखल ऐलिफ़ैटिक यौगिक अधिक प्रभावपूर्वक ऑक्सीकृत होते हैं। हैलाइडों की उपस्थिति से कठिनाइयां होती हैं जिन्हें पश्चवाह प्रक्रिया से पहले मर्क्यूरिक सल्फेट ($HgSO_4$) के साथ संकलन द्वारा दूर किया जा सकता है।

नाइट्राइट और अपचित अकार्बनिक स्पीशीज़ जैसे फेरस आयरन, सल्फाइड, मैगनस, मैंगनीज़ आदि व्यतिकरण करते हैं। किन्तु प्राकृतिक जल में इन पदार्थों की सान्द्रता प्राय: कम होती है और सामान्य परिस्थितियों में वे कोई समस्या उत्पन्न नहीं करते हैं।

कार्बनिक संदूषण से बचने के लिए जल-प्रतिदर्श को अधिमानत: कांच की बोतल में एकत्रित किया जाता है। प्रतिदर्श का बिना किसी बिलंब के, शीघ्र विश्लेषण कर लेना चाहिए। यदि ऐसा संभव न हो तो सान्द्र H_2SO_4 मिलाकर प्रतिदर्श का स्थायीकरण कर लें ताकि प्रतिदर्श का pH 2 से कम हो जाए। निरूपक प्रतिचयन के लिए निसादनीय ठोसों वाले प्रतिदर्शों में समांगीकारक मिश्रित कर दें।

14.3 आवश्यकताएं

उपकरण

सपाट तली वाले घर्षित कांच संधि वाले फ्लास्क (500 cm^3)	– 2
30 cm लंबा जल संघनित्र, घर्षित कांच संधि वाला	– 1
हॉट प्लेट अथवा तापक मैंटल	– 1
ब्यूरेट (50 cm^3)	–1
पिपेट (20 cm^3)	– 1
पिपेट (10 cm^3)	– 1
पिपेट (अंशांकित – 10 cm^3)	– 1
मानक फ्लास्क (100 cm^3)	– 2
शंक्वाकार फ्लास्क (250 cm^3)	– 2
तोल बोतल	– 1
क्लैंप के साथ ब्यूरेट स्टैंड	– 1

रसायन

पोटैशियम डाइक्रोमेट क्रिस्टल (ए. आर.)

मर्क्यूरिक सल्फेट (ए. आर.)

सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल

14.4 दिए गए विलयन

सिल्वर सल्फेट-सल्फ्यूरिक अम्ल अभिकर्मक

5.5 g Ag_2SO_4 को 1000 cm^3 सान्द्र H_2SO_4 में मिलाकर, 1-2 दिन तक घुलने के लिए स्थिर रख दिया जाता है।

फेरोइन सूचक विलयन

1.485 g 1,10-फीनैन्थ्रोलिन मोनोहाइड्रेट और 0.695 g $FeSO_4 .7H_2O$ को आसुत जल में घोलकर 100 cm^3 तक तनु कर लिया जाता है।

फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन

9.8 g $FeSO_4 . (NH_4)_2SO_4.6H_2O$ को आसुत जल में घोलकर उसमें सान्द्र H_2SO_4 के 20 cm^3 मिलाए जाते हैं और उसे 1000 cm^3 तक तनु कर लिया है। इस विलयन की सान्द्रता 2.5×10^{-2}M है।

14.5 प्रक्रिया

I 4.167×10^{-3}M $K_2Cr_2O_7$ विलयन बनाना

लगभग 1.226 g $K_2Cr_2O_7$ ठीक तोलकर पोटैशियम डाइक्रोमेट का मानक विलयन (लगभग 4.167×10^{-2}M) बना लें और आसुत जल मिलाकर 100 cm^3 तनु कर A। इसमें से पिपेट द्वारा समीकरण 14.15 द्वारा परिकलित विलयन के आयतन की मात्रा को 100 cm^3 मानक फ्लास्क में डालें और निशान तक जल मिलाकर विलयन बना लें।

इस प्रकार, 4.167×10^{-3}M $K_2Cr_2O_7$ विलयन के 100 cm^3 प्राप्त हो जाएंगे।

$$\left.\begin{array}{l}4.167 \times 10^{-3}\text{M के 100 cm}^3 \\ \text{बनाने कि लिए आवश्यक} \\ \text{मानक विलयन का आयतन}\end{array}\right\} = \frac{4.167\times10^{-3}\times100}{\text{मानक } K_2Cr_2O_7 \text{ की मोलरता}}\text{cm}^3 \quad \cdots(14.15$$

उल्लेखनीय है कि इस प्रकार बनाए गए डाइक्रोमेट विलयन की मोलरता 4.167×10^{-3}M है।

II फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का मानकीकरण

पिपेट से 4.167 $cm^3 \times 10^{-3}$M $K_2Cr_2O_7$ विलयन के 10 cm^3 एक 250 cm^3 शंक्वाकार फ्लास्क में डालें। उसमें 10 cm^3 सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल और 30 cm^3 जल मिलाएं। 2-3 बूंदे फेरोइन सूचक की मिलाएं। इसका, ब्यूरेट में फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन लेकर, उसके साथ अनुमापन करें ताकि हल्का लाल रंग प्राप्त हो जाए। सुसंगत अनुमाप मान प्राप्त होने तक अनुमापन को दोहराएं और उसे सारणी 14.1 में प्रविष्ट करें। फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन की मोलरता परिकलित करें।

III प्रदूषित जल-प्रतिदर्श के लिए अनभिक्रियित पोटैशियम डाइक्रोमेट के तुल्य फेरस अमोनियम सल्फेट ज्ञात करना

एक पश्चवाह फ्लास्क में जल-प्रतिदर्श के 25 cm^3 लें। उसमें 1 g $HgSO_4$, कुछ कांच के मनके और 5 cm^3 सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल धीरे-धीरे विलोडित करते हुए मिलाएं ताकि $HgSO_4$ घुल जाए। इसमें 4.167×10^{-3} M पोटैशियम डाइक्रोमेट विलयन के 10 cm^3 मिलाएं। फ्लास्क की अंतर्वस्तुओं को घुमाते और मिश्रित करते हुए 30 cm^3 सिल्वर सल्फेट-सल्फ्यूरिक अम्ल अभिकर्मक मिलाएं। फ्लास्क को संघनित्र से जोड़ें और पश्चवाह के लिए हॉट प्लेट के ऊपर रखें। संघनित्र के खुले सिरे को किसी छोटे बीकर से ढक दें ताकि कोई बाहर का पदार्थ पश्चवाह मिश्रण में प्रविष्ट न करें। 2 घंटे तक पश्चवाह करें। ठंडा करने के बाद संघनित्र को आसुत जल से धोलें। पश्चवाह संघनित्र को अलग हटा लें। मिश्रण में आसुत जल मिलाकर आयतन दुगुना कर लें। सामान्य ताप तक ठंडा करें। 2-3 बूंदें फेरोइन सूचक की मिलाकर फेरस-अमोनियम सल्फेट विलयन के साथ अनुमापन करें। अंत्य बिन्दु पर स्पष्ट रंग परिवर्तन होता है जबकि रंग नीले-हरे से बदलकर लाल-भूरा हो जाता है। अनुमापन मान (V_3) नोट कर लें जो आधिक्य $K_2Cr_2O_7$ के तुल्य होता है और उसे सारणी 14.2 में प्रविष्ट करें।

IV जल-प्रतिदर्श (अर्थात् रिक्त मान) के लिए अनभिक्रियित पोटैशियम डाइक्रोमेट के तुल्य फेरस अमोनियम सल्फेट ज्ञात करना

एक पश्चवाह फ्लास्क में जल-प्रतिदर्श के स्थान पर 25 cm^3 आसुत जल लें। अन्य विलयनों और पदार्थों को जल-प्रतिदर्श के लिए प्रयुक्त विधि की भांति ही मिलाएं। आधिक्य $K_2Cr_2O_7$ के तुल्य अनुमाप मान (V_4) ज्ञात करें। आंकड़ों को सारणी 14.3 में प्रविष्ट करें।

14.5 प्रेक्षण

तोल बोतल का लगभग द्रव्यमान = m_1 = ... g

तोल बोतल + $K_2Cr_2O_7$ का द्रव्यमान (पदार्थ के स्थानांतरण से पहले) = m_2 = ... g

तोल बोतल का द्रव्यमान (पदार्थ के स्थानांतरण के बाद) = m_3 = ... g

स्थानांतरित $K_2Cr_2O_7$ का द्रव्यमान = $m_2 - m_3$

= m = ... g

$K_2Cr_2O_7$ का मोलर द्रव्यमान = 294.24 g

बनाए गए $K_2Cr_2O_7$ विलयन की मोलरता = $M_1 = \frac{m}{M_m} \times \frac{1000}{100} \text{ mol dm}^{-3}$

$$= \frac{m}{294.24} \times 10 \text{ mol dm}^{-3}$$

4.167×10^{-3}M विलयन के 100 cm^3 बनाने के लिए आवश्यक मानक $K_2Cr_2O_7$ विलयन का आयतन (समीकरण 14.15 के अनुसार) $= \frac{4.167 \times 10^{-3} \times 100}{M_1} \text{ cm}^3$

= ..... cm^3

सारणी **14.1: $K_2Cr_2O_7$** -प्रति-फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन

क्रमांक	पोटैशियम डाइक्रोमेट का आयतन/cm^3	ब्यूरेट पाठ्यांक		फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन/cm^3 (अंतिम-आरंभिक)
		आरंभिक	अंतिम	
1	10			
2	10			
3	10			

सारणी **14.2:** आधिक्य **$K_2Cr_2O_7$** युक्त **25 cm^3** जल-प्रतिदर्श-प्रति-फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन

क्रमांक	पोटैशियम डाइक्रोमेट का आयतन/cm^3	ब्यूरेट पाठ्यांक		फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन/cm^3 (अंतिम-आरंभिक)
		आरंभिक	अंतिम	
1	10			
2	10			
3	10			

सारणी 14.3: आधिक्य $K_2Cr_2O_7$ युक्त 25 cm^3 आसुत जल-प्रति-फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन

क्रमांक	पोटैशियम डाइक्रोमेट का आयतन/cm^3	ब्यूरेट पाठ्यांक		फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन/cm^3 (अंतिम-आरंभिक)
		आरंभिक	अंतिम	
1	10			
2	10			
3	10			

14.7 परिकलन

चरण I फेरस अमोनियम सल्फेट लवण विलयन का मानकीकरण

$K_2Cr_2O_7$ विलयन का आयतन $= V_1 = 10\ cm^3$

$K_2Cr_2O_7$ विलयन की मोलरता $= M_2 = 4.167\times10^{-3}\ mol\ dm^{-3}$

फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन (सारणी 14.1 के अनुसार) $= V_2 = \cdots\cdots\cdots\ cm^3$

फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन की मोलरता (समीकरण 14.6 से) $= M_3$

$$= \frac{6V_1M_2}{V_2} = \frac{6\times10\times4.167\times10^{-3}}{V_2}\ mol\ dm^{-3}$$

$= \cdots\cdots\cdots\ mol\ dm^{-3}$

चरण II रासायनिक ऑक्सीजन मांग का निर्धारण

जल-प्रतिदर्श का आयतन $= V = 25\ cm^3$

25 cm^3 जल-प्रतिदर्श की उपस्थिति में अनभिक्रियित $K_2Cr_2O_7$ विलयन के तुल्य फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन (सारणी 14.2 के अनुसार) $= V_3$

$= \cdots\cdots\cdots\ cm^3$

आसुत जल का आयतन $= 25\ cm^3$

25 cm^3 आसुत जल की उपस्थिति में अनभिक्रियित $K_2Cr_2O_7$ विलयन के तुल्य फेरस अमोनियम सल्फेट विलयन का आयतन (सारणी 14.3 के अनुसार) $= V_4$

$= \cdots\cdots\cdots\ cm^3$

रासायनिक ऑक्सीजन मांग (समीकरण 14.14 के अनुसार)

$$= \frac{8000M_3(V_4 - V_3)}{25}$$

$= \cdots\cdots\cdots\ ppm$

14.8 परिणाम

जल-प्रतिदर्श की रासायनिक ऑक्सीजन मांग = ... ppm

14.9 सावधानियाँ

1. अंतिम विलयम में सल्फ्यूरिक अम्ल की सान्द्रता 9M रखनी चाहिए।
2. रिक्त और प्रतिदर्श का पश्चवाह एक ही समय करना चाहिए।
3. पश्चवाह के बाद ठंडा कर लें और संघनित्र को धोने के लिए आसुत जल की आवश्यक मात्रा का उपयोग करें। उसके बाद अनुमापन करें।