

संक्रमण धातु आयनों के साथ डाईएथिलीन ट्राईएमीन पेन्टाएसिटिक एसिड(डीटीपीए) के मिश्रित धातु यौगिकों का बनना तथा उनके स्थायित्व स्थिराकों की गणना

विजय शंकर
असिस्टेंट प्रोफेसर, रसायन विज्ञान विभाग
बी0एस0एन0वी0 पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ-226001, उ0प्र0, भारत
rao.vijay55@gmail.com

प्राप्त तिथि-30.06.2017, स्वीकृत तिथि-22.08.2017

सार- डाईएथिलीन ट्राईएमीन पेन्टाएसिटिक एसिड(डीटीपीए) तथा संक्रमण धातु आयनों (Co, Ni, Cu, Zn, and Cd) के साथ मिश्रित धातु यौगिकों $Cu^{II}-Co^{II}$, $Cu^{II}-Ni^{II}$, $Cu^{II}-Zn^{II}$, और $Cu^{II}-Cd^{II}$ का प्रकार $M^I M^{II} L$ है जहाँ $L =$ डीटीपीए $M^I = Cu^{II}$, $M^{II} = Co^{II}, Ni^{II}, Zn^{II}, Cd^{II}$ के भिन्न द्विनाभिकीय मिश्रित धातु यौगिकों/कॉम्प्लेक्सों का बनना तथा उनके पूर्ण स्थायित्व स्थिराकों ($\log\beta$) की गणना की विस्तृत व्याख्या की गयी है। जिसका शोधन SCOGS कम्प्यूटर प्रोग्राम के द्वारा किया गया है। सभी अध्ययनों को पी-एच. टाइट्रिमीट्री द्वारा आयनिक सान्द्रता $I=0.1M$ सोडियम नाइट्रेट रखकर $35^{\circ}C$ तापमान पर किया गया।

बीज शब्द- मिश्रित धातु यौगिक, संक्रमण धातु आयन, पूर्ण स्थायित्व स्थिरांक।

Stability constants of mixed metal complex formation by transition metal ions with diethylene triamine pentaacetic acid (DTPA)

Vijay Shankar
Assistant Professor, Department of Chemistry
B.S.N.V. P.G. College, Lucknow-226001, UP, India
rao.vijay55@gmail.com

Abstract- The formation constants for mixed metal complexes $M^I M^{II} L$, where $L=DTPA$, $M^I=Cu^{II}$, $M^{II}=Co^{II}, Ni^{II}, Zn^{II}, Cd^{II}$ have been determined. The mixed metal complex formation of diethylene triamine pentaacetic acid (DTPA) with $Cu^{II}-Co^{II}$, $Cu^{II}-Ni^{II}$, $Cu^{II}-Zn^{II}$ and $Cu^{II}-Cd^{II}$ has been studied. All the studies have been carried out pH titrimetry at temp- $35^{\circ}C$ and ionic strength $I=0.1M$ $NaNO_3$. The refinement of ($\log\beta$) by SCOGS computer program.

Key words- Mixed metal complex, formation constant, octadentate ligand.

1. **प्रस्तावना-** पॉलीएमीन पॉलीकार्बोक्सिलिक एसिडों की स्थिर एवं जल में घुलनशील कॉम्प्लेक्स बनाने की क्षमता के कारण ये जैव रसायनिक रूप से अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं।¹ पॉलीएमीन पॉलीकार्बोक्सिलेट लिगेण्ड तथा धातु आयनों के साथ बने जटिलों का उपयोग चिकित्सा पद्धति में रेडियो आइसोटोप के रूप में एम0आर0आई0 में किया जाता है।² इसी क्रम में एथिलीन डाईएमीन टेट्राएसिटिक एसिड(इडीटीए) लिगेण्ड की विष धातुओं के जैविक प्रजातियों से निष्कासित करने में केन्द्रीय भूमिका रही है। तथा इसी प्रकार के अन्य पदार्थों के विकास में शोध अध्ययन अति महत्वपूर्ण हो जाता है। डाईएथिलीन ट्राईएमीन पेन्टाएसिटिक एसिड(डीटीपीए) लिगेण्ड का प्रभावी उपयोग विष धातुओं से प्रभावित जीवों से विषाक्तता को समाप्त करने में किया जा सकता है।^{3,4} अतः ऐसे कॉम्प्लेक्स/जटिल यौगिकों का विकास करना तथा जीवों पर इनके प्रभाव को समझना इस शोध को अत्यन्त महत्व प्रदान करता है। प्रस्तुत शोध पत्र में (डीटीपीए) के $Cu^{II}-Co^{II}$, $Cu^{II}-Ni^{II}$, $Cu^{II}-Zn^{II}$, $Cu^{II}-Cd^{II}$ धातु युग्मों के साथ द्विभिन्न नाभिकीय जटिल यौगिकों का जलीय विलयन में बनना तथा उसके स्थायित्व स्थिराकों की गणना की विस्तृत व्याख्या करते हैं।

2. **परिणाम एवं चर्चा-** द्विभिन्न नाभिकीय जटिलों/तृतीयक संकुल के पूर्ण स्थिरता स्थिराकों ($\log\beta$) की गणना निम्न प्रकार से की जाती है।



$$\beta_{pqrs} = \frac{[(M_1)_p(M_2)_q(L_1)_r(L_2)_s(OH)_t]}{[M_1]^p[M_2]^q[L_1]^r[L_2]^s[OH]^t}$$

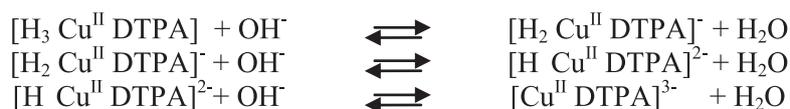
जहाँ स्टोइचीयोमेट्रिक संख्या pqr और s प्रोटोनेटेड स्पिसिज के लिए शून्य या पॉजिटिव पूर्णांक होता है और t निगेटिव पूर्णांक होता है, हाइड्रॉक्सो स्पिसिज या डिप्रोटोनेटेड स्पिसिज के लिए पॉजिटिव पूर्णांक और न्यूट्रल स्पिसीज के लिए शून्य होता है। द्विभिन्न नाभिकीय जटिलों के निर्माण का साम्य वितरण वक्र तथा पी-एच. मान पर निर्भर होता है। द्वितीयक/तृतीयक संकुलों के पूर्ण स्थायित्व स्थिरांक (logβ) SCOGS कम्प्यूटर प्रोग्राम⁵ द्वारा ज्ञात की जाती है। टर्नरी कॉम्प्लेक्सों का पूर्ण स्थायित्व स्थिरांक (logβ) का मान तालिका-1 में दर्शाया गया है।

तालिका-1: जलीय विलयन में मिश्रित धातु यौगिकों/कॉम्प्लेक्सों के पूर्ण स्थिरता स्थिरांक (logβ) आयनिक सान्द्रता I=0.1M NaNO₃ और तापमान = 35^oC

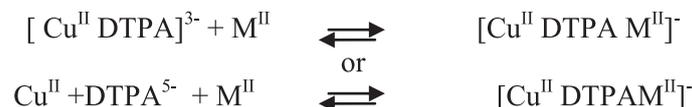
अभिक्रिया	मिश्रित धातु स्पेसीज	पूर्ण स्थिरता स्थिरांक (logβ)
Cu ^{II} + DTPA ⁵⁻ + Co ^{II} ⇌	[Cu ^{II} DTPA Co ^{II}] ⁻	24.73
Cu ^{II} + DTPA ⁵⁻ + Ni ^{II} ⇌	[Cu ^{II} DTPA Ni ^{II}] ⁻	26.60
Cu ^{II} + DTPA ⁵⁻ + Zn ^{II} ⇌	[Cu ^{II} DTPA Zn ^{II}] ⁻	27.09
Cu ^{II} + DTPA ⁵⁻ + Cd ^{II} ⇌	[Cu ^{II} DTPA Cd ^{II}] ⁻	26.99

(Limit of error ± 0.02 in log scale)

डाइएथिलिन ट्राइएमीन पेन्टाएसेटिक एसिड(डी.टी.पी.ए.) एक ऑक्टाडेन्टेड लिगेण्ड है। जिसमें पाँच कार्बोक्सिलिक समूह तथा तीन नाइट्रोजन समूह जुड़े होते हैं। जिसके कारण (N,O) donar लिगेण्ड कहलाता है। धातु आयनों (Co, Ni, Cu, Zn, Cd) के साथ जलीय विलयन में बाइनरी कॉम्प्लेक्स बनाता है प्राप्त जटिलों में Cu DTPA कॉम्प्लेक्स की स्थिरता सर्वाधिक होती है। तथा यह न्यूनतम पी-एच. पर स्थिर होता है। न्यूनतम पी-एच. का यह मान लगभग 2.5 पी-एच. प्राप्त करने के लिए अभिक्रिया मिश्रण में अम्ल की समुचित मात्रा मिलाते हैं। इस अभिक्रिया मिश्रण में क्षार मिलाते हुए जब इसके पी-एच. मान में वृद्धि करते हैं। तो Cu DTPA कॉम्प्लेक्स के कार्बोक्सिलिक समूह के विच्छेदनीय प्रोटान निम्न साम्य के अनुसार विस्थापित होते हैं।

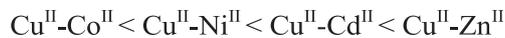


इस प्रकार से पी-एच. बढ़ाने पर प्राप्त पूर्णतया डिप्रोटोनेटेड लिगेण्ड [CuDTPA]³⁻ दूसरी धातु M^{II} से सहयुक्त होकर मिश्रित धातु यौगिकों [M CuDTPA] का निर्माण निम्न प्रकार से करते हैं।



द्वितीयक संकुल Cu DTPA में Cu^{II} के चारों तरफ छः समन्वित अष्टफलकीय व्यवस्थापन अपेक्षित होता है⁶ जो कि Cu^{II} के लिए सर्वाधिक उपयुक्त व्यवस्था होती है। Cu DTPA में Cu^{II} का आबन्ध दो अमीनो नाइट्रोजन तथा चार कार्बोक्सिलिक समूहों से अष्टफलकीय संयोजन अपेक्षित होता है। परन्तु लिगेण्ड डीटीपीए(ऑक्टाडेन्टेड) होता है। अतः Cu^{II} से संयुक्त होने पर भी इसके पास कुछ संयोजनीय स्थान उपलब्ध होते हैं। जो कि दूसरी धातु से सहयुक्त होकर मिश्रित धातु यौगिकों का

निर्माण $[Cu^{II} DTPAM^{II}]^-$ सम्भव बनाते है। मिश्रित द्विभिन्न नाभिकीय कॉम्प्लेक्सों का स्थिरता स्थिरांक ($\log \beta$) समग्र इरविंग विलियम आर्डर⁷ का पालन करते हैं।



3. प्रयोगात्मक विश्लेषण एवं निष्कर्ष— इस प्रयोग में प्रयुक्त सभी अभिकर्मक ए०आर० स्तर के थे जिनका विलयन कार्बन डाई ऑक्साइड (CO_2) मुक्त आसवित जल में बनाया गया। धातुओं का विलयन उनके नाइट्रेट लवणों द्वारा बनाये गये जो इडीटीए अनुमापन से प्रमाणित किये गये थे। पी-एच. का मापन $35^\circ C$ पर सेन्चुरी CP-901S पी-एच. मीटर द्वारा किया गया, भिन्न-भिन्न धातुओं के लिए भिन्न अभिक्रिया मिश्रण बनाये गये जिसमें मिश्रण का आयतन 50-0 ml, आयनिक सान्द्रता 0-1M $NaNO_3$, मुक्त अम्ल की सान्द्रता 0.02 M(HNO_3) धातु आयनों तथा लिगेण्ड की सान्द्रता 0-001M रखी गयी $M^{II}:Cu:DTPA$ का अनुपात 1:1:1 रखा गया जहाँ ($M^{II}=Co, Ni, Zn, Cd$) है। इस प्रकार प्राप्त अभिक्रिया मिश्रणों को एक-एक कर अलग-अलग 0.1 M NaOH विलयन⁸ से अनुमानित किया गया वर्तमान प्रयोगात्मक अवस्था में प्रयुक्त जल का आयनिक प्रोडक्ट(kw) तथा हाइड्रोजन आयन का सक्रियता स्थिरांक स्थापित लेख से लिया गया है।⁹

सन्दर्भ

1. सीगेल, एच०(1974) मेटल आयन इन बायोलॉजिकल सिस्टम, डेकर, न्यूयार्क, बिहारी, जे० आर०, गुप्ता, एस०, श्रीवास्तव एस० तथा श्रीवास्तव, आर०सी० (1993) इण्डो हेल्थ, खण्ड-31, पृ०-29।
2. स्वानसोन, डी० पी०; चिल्टन, एच० एम० तथा थ्राल, जे० एच०(1989) फार्मास्यूटिकल्स इन मेडिकल इमैजिंग, मैकमिलन पब्लिशिंग क०, इनकॉर्पोरेशन, न्यूयार्क।
3. जेकिन्स, बी० जी० तथा लॉफर, आर० बी०(1988) इनआर्ग० केम०, खण्ड-27, पृ० 4730। वाटसन, डी० (1994) ज० एलाएज कं०पा०, खण्ड-14 पृ० 207।
4. मिश्रा, जी० के०; कृष्णा वी० तथा दुबे के० पी०(1999) प्रो०के० नेट० एकेड० साइंस इण्डिया, सेक्शन-ए, खण्ड-69, पृ० 19।
5. सायसी, आई० जी०(1968) टैलेन्टा, खण्ड-15, पृ० 1397।
6. कॉटन, एफ० ए० तथा विल्किन्सन, जी०(1988) एडवॉन्स इनऑर्गेनिक केमिस्ट्री, पंचम् संस्करण,, रेनहोल्ड, न्यूयार्क।
7. इरविंग, एच० एम० तथा विलियम्स, आर० जे० पी०(1948) नेचर, खण्ड-162, पृ० 746।
8. स्वारेन बैच, जी० तथा विडरमैन, डब्लू०(1948) हेल्थ केम० एक्टा, खण्ड-31, पृ० 331।
9. बूलियन, ई० एम०; हरकोट, डी० जी० तथा हेल्पर, आई० जी०(1970), ज० फिजि० केम, खण्ड-70, पृ० 3908।