

वस्तुनिष्ठ प्रश्न पत्र (Multiple Choice Question Paper)

विषय: s-Block तत्वों में संकुलन (Complexation in s-Block Elements)

रंग रसायन एवं समन्वय रसायन (Coordination Chemistry)

समय: 30 मिनट

अधिकतम अंक: 40 (प्रत्येक प्रश्न 4 अंक)

निर्देश: सभी प्रश्न अनिवार्य हैं। प्रत्येक प्रश्न में केवल एक ही विकल्प सही है। कोई नकारात्मक अंकन नहीं है।

प्रश्न 1. d-ब्लॉक संक्रमण धातुओं (transition metals) की तुलना में s-ब्लॉक तत्वों में संकुल (coordination complexes) बनाने की प्रवृत्ति सामान्यतः बहुत कम क्यों होती है?

- (A) उनके पास बंधन के लिए आवश्यक रिक्त s और p कक्षकों (orbitals) की कमी होती है।
- (B) उनका आवेश-से-आकार अनुपात कम (निम्न आवेश घनत्व) होता है और वे दिशात्मक उपसहसंयोजक बंधों के बजाय मुख्यतः स्थिरवैद्युत (electrostatic) बंध बनाते हैं।
- (C) उनकी विद्युत ऋणात्मकता (electronegativity) बहुत उच्च होती है जो आने वाले लिगेण्ड्स को प्रतिकर्षित करती है।
- (D) वे जलीय विलयन में केवल शून्य ऑक्सीकरण अवस्था में ही रह सकते हैं।

प्रश्न 2. बेरिलियम (Be) अपने वर्ग के अन्य तत्वों की तुलना में असामान्य व्यवहार प्रदर्शित करता है और $[\text{BeF}_4]^{2-}$ जैसे स्थिर संकुल बनाता है। इसका मुख्य कारण क्या है?

- (A) बेरिलियम की परमाणु त्रिज्या वर्ग 2 में सबसे बड़ी है।
- (B) तत्वीय अवस्था में इसका अष्टक (octet) पूर्ण होता है।
- (C) मैग्नीशियम और कैल्शियम की तुलना में इसकी आयनन ऊर्जा (ionization energy) अत्यंत कम होती है।

(D) इसका आवेश-से-आकार अनुपात (charge-to-size ratio) अत्यधिक उच्च होता है, जिससे इसकी ध्रुवण क्षमता (polarizing power) बहुत अधिक होती है।

प्रश्न 3. छोटे s-ब्लॉक धनायनों में से लिथियम आयन (Li^+) के चयनात्मक संकुलन (selective complexation) के लिए कौन सा क्राउन ईथर (crown ether) सबसे उपयुक्त छिद्र आकार (cavity size) प्रदान करता है?

(A) 12-crown-4

(B) 15-crown-5

(C) 18-crown-6

(D) 21-crown-7

प्रश्न 4. क्रिप्टेंड्स (Cryptands) त्रिविम द्विचक्रिक (macrobicyclic) बहुदंतुक लिगेंड हैं। क्राउन ईथर संकुलों की तुलना में क्रिप्टेट्स (cryptates) संकुल अधिक स्थिर क्यों होते हैं?

(A) क्रिप्टेंड्स कठोर होते हैं और धातु आयन को घेर नहीं सकते, जिससे स्थिरता कम होती है।

(B) त्रिविम (3D) गुहा (cavity) द्वारा धनायन को पूरी तरह घेरने और विलायक अणुओं से सुरक्षित रखने के कारण (मैक्रोबाइसाइक्लिक प्रभाव)।

(C) दोनों में ऑक्सीजन दाता परमाणु होते हैं, इसलिए दोनों की स्थिरता बिल्कुल समान होती है।

(D) क्रिप्टेंड्स s-ब्लॉक धनायनों से बंध नहीं बना सकते, ये केवल संक्रमण धातुओं के लिए होते हैं।

प्रश्न 5. जल की कठोरता के निर्धारण में EDTA का उपयोग किया जाता है। Mg^{2+} -EDTA संकुल की तुलना में Ca^{2+} -EDTA संकुल ऊष्मागतिकीय रूप से (thermodynamically) अधिक स्थिर क्यों होता है?

(A) कैल्शियम का आवेश घनत्व मैग्नीशियम से अधिक होता है।

(B) मैग्नीशियम की जलयोजन ऊर्जा (hydration energy) अधिक होती है, जिससे इसे EDTA से जुड़ने से पहले जल के अणुओं से अलग करने (desolvate) के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

(C) EDTA कैल्शियम के साथ पंचदंतुक (pentadentate) और मैग्नीशियम के साथ केवल द्विदंतुक संकुल बनाता है।

(D) कैल्शियम EDTA के कार्बोक्सिलेट ऑक्सीजन परमाणुओं के साथ सहसंयोजक पाई-बंध (pi-bonds) बनाता है।

प्रश्न 6. यदि 18-crown-6 को K^+ और Ba^{2+} आयनों के मिश्रण में मिलाया जाता है, तो यह दोनों के साथ स्थिर संकुल बनाता है। इन संकुलों की स्थिरता किस सिद्धांत पर आधारित है?

(A) लिगेंड केवल +1 आवेश वाले आयनों को ही स्वीकार करता है।

(B) गुहा (cavity) और धनायन के आकार का सटीक मेल (size match); दोनों आयनों की त्रिज्या 18-crown-6 की आंतरिक गुहा के आकार के अनुकूल होती है।

(C) केवल गुहा से बड़े आकार के आयन ही संकुल बना सकते हैं।

(D) संकुल की स्थिरता आयन के आकार से पूरी तरह स्वतंत्र होती है।

प्रश्न 7. क्षारीय मृदा धातुओं के कार्बोनेटों (MCO_3) का तापीय स्थायित्व (thermal stability) वर्ग में ऊपर से नीचे जाने पर ($BeCO_3$ से $BaCO_3$ तक) क्यों बढ़ता है?

(A) छोटे धनायनों (जैसे Be^{2+}) की ध्रुवण क्षमता (polarizing power) उच्च होती है, जो कार्बोनेट आयन को विकृत कर उसके तापीय स्थायित्व को कम कर देती है।

(B) नीचे जाने पर आयन बड़े हो जाते हैं जिससे वे कमजोर आयनिक क्रिस्टल जालक बनाते हैं।

(C) तापीय स्थायित्व हमेशा नियत रहता है क्योंकि कार्बोनेट आयन अकेले जालक ऊर्जा को निर्धारित करता है।

(D) बेरिलियम कार्बोनेट सबसे अधिक स्थिर होता है क्योंकि यह एक स्थानिक बहुलक बनाता है।

प्रश्न 8. हल्के s-ब्लॉक धनायनों (जैसे Be^{2+}) की तुलना में भारी s-ब्लॉक धनायन (जैसे Ba^{2+} या Cs^+) अपने संकुलों में अक्सर उच्च समन्वय संख्या (coordination numbers जैसे 8, 9, या 10) क्यों प्रदर्शित करते हैं?

- (A) उनके पास दिशात्मक d-d इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण होते हैं।
- (B) वे अक्रिय गैस विन्यास प्राप्त करते हैं जो अधिक इलेक्ट्रॉन युग्मों को समाहित कर सकता है।
- (C) उनकी बड़ी आयनिक त्रिज्या के कारण उनका सतह क्षेत्र बड़ा होता है और त्रिविम बाधा (steric crowding) कम होती है, जिससे अधिक दाता परमाणु जुड़ सकते हैं।
- (D) उनकी विद्युत ऋणात्मकता उच्च होती है जो लिगेंड्स को अपनी ओर खींचती है।

प्रश्न 9. अचक्रीय पॉलीइथर (glyme) संकुलों की तुलना में चक्रीय पॉलीइथर (crown ether) संकुलों का स्थायित्व बहुत अधिक होता है। इसे मुख्यतः किस रूप में जाना जाता है?

- (A) विशिष्ट ऊष्मा प्रभाव
- (B) मैक्रोसाइक्लिक प्रभाव (Macrocyclic effect), जिसमें अनुकूल एंट्रॉपी परिवर्तन (entropy change) और पूर्व-व्यवस्थित संरचना शामिल होती है।
- (C) विलायक विलोपन प्रभाव
- (D) सहसंयोजक द्वि-बंध निर्माण

प्रश्न 10. क्लोरोफिल (Chlorophyll) की संरचना में मैग्नीशियम आयन (Mg^{2+}) एक बड़े मैक्रोसाइक्लिक पोर्फिरिन रिंग सिस्टम के अंदर समन्वित होता है। जैविक प्रणालियों में भारी क्षारीय मृदा धातुओं की तुलना में Mg^{2+} इस भूमिका के लिए विशिष्ट रूप से उपयुक्त क्यों है?

- (A) यह एकमात्र क्षारीय मृदा धातु है जो 6-समन्वय अष्टफलकीय संकुल बना सकती है।
- (B) इसका आकार और गतिक चंचलता (kinetic lability) संतुलित होती है, जो पोर्फिरिन गुहा में सटीक रूप से फिट होती है और प्रकाश-अवशोषण कार्यों के लिए गतिशील विन्यास बनाए रखती है।
- (C) इसकी अपचयन क्षमता बहुत उच्च होती है जिससे यह प्रतिवर्ती रेडॉक्स चक्र चलाता है।
- (D) यह सभी s-ब्लॉक तत्वों में नाइट्रोजन दाताओं के साथ सबसे मजबूत सहसंयोजक बंध बनाता है।

उत्तर कुंजी (Answer Key)

प्रश्न संख्या (Question No.)	सही विकल्प (Correct Option)
प्रश्न 1	(B)
प्रश्न 2	(D)
प्रश्न 3	(A)
प्रश्न 4	(B)
प्रश्न 5	(B)
प्रश्न 6	(B)
प्रश्न 7	(A)
प्रश्न 8	(C)
प्रश्न 9	(B)
प्रश्न 10	(B)