

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 1.7

ТЕМА: Комплексні (координаційні) сполуки.

МЕТА: засвоєння основних положень координаційної теорії, номенклатури, методів синтезу та властивостей комплексних сполук.

Контрольні запитання та задачі:

1. На прикладі формули сполуки $K_3[Co(NO_2)_6]$ визначте комплексний іон, комплексоутворювач (центральний атом), ліганди, координаційне число.
2. Дайте характеристику хімічних зв'язків у комплексних сполуках.
3. Охарактеризуйте усі види ізомерії комплексних сполук (геометрична, оптична, сольватна, іонізаційна, координаційна, ізомерія зв'язку).
4. Дайте назву сполук з комплексним іоном: $K_4[Fe(CN)_6]$; $Na[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]$; $K_2[PtCl_6]$; $Na_2[Zn(OH)_4]$; $(NH_4)_3[Fe(Cl)_6]$; $K_2[Fe(NO)(CN)_5]$; $Na[Cr(H_2O)_2F_4]$; $Na_2[Pt(CN)_4Cl_2]$.
5. Дайте назву сполук з комплексним катіоном, визначте ступінь окислення іона комплексоутворювача: $[Al(H_2O)_5OH]SO_4$; $[Pt(H_2O)(NH_3)_2OH]NO_3$; $[Co(NH_3)_5CNS]Cl_2$; $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2$; $[Ni(H_2O)_6](NO_3)_2$; $[Ag(NH_3)_2]ClO_4$; $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.
6. Назвіть нейтральні комплекси: $[Co(NH_3)_3Cl_3]$; $[Co(H_2O)_4(NO_2)_2]$; $[Ru(H_2O)(NH_3)_2SO_3]$; $[Cr(NH_3)_3(CNS)_3]$; $[Ni(CO)_4]$. Напишіть рівняння дисоціації та вирази і значення констант нестійкості наступних сполук: $Na_2[Zn(OH)_4]$; $[Zn(NH_3)_4]F_2$; $[Cd(NH_3)_4](OH)_2$; $[Ag(NH_3)_2]Cl$.
7. Згідно методу ВЗ, визначте гібридні орбіталі центрального іону і геометричну структуру комплексів, для яких вказується число неспарених електронів:
 - а) $[CoCl_4]^-$ - три неспарених електрони;
 - б) $[AuCl_4]^-$ - діамагнітний;
 - в) $[FeCl_4]^-$ - п'ять неспарених електронів;
 - д) $[PdCl_4]^{2-}$ - діамагнітний.
8. Згідно з теорією кристалічного поля, визначте, чи будуть діамагнітними чи парамагнітними наступні октаедричні комплекси, в яких ліганди складають:
 - а) сильне поле: $[Co(H_2O)_2(CN)_4]^-$, $[Mn(CN)_6]^{4+}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Cr(CN)_6]^{4+}$, $[Co(NO_2)_6]^{4-}$
 - б) слабе поле: $[Co(NH_3)_6]^{2+}$, $[Cr(H_2O)_6]^{2+}$, $[Mn(C_2O_4)_3]^{3-}$, $[CoF_6]^{3-}$, $[Fe(H_2O)_5]^{3+}$
9. Покажіть, чому і як розщеплюється енергетичний d -рівень у тетраедричному полі лігандів. Розподіліть d -електрони по d -орбіталях іона-комплексоутворювача в тетраедричному полі у випадку високо- і низькоспінового комплексів.
10. Із водного розчину, що містить 0,04 моль комплексної сполуки складу $PtCl_4 \cdot 3NH_3$, при додаванні $AgNO_3$ осаджується 0,04 моль $AgCl$. За результатами цього дослідження складіть координаційну формулу вихідної сполуки.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Дослід 1. Одержання аніонних комплексів.

1. Отримати калій тетраїodobісмутат. Для цього в пробірку до 3-4 крапель розчину нітрату бісмуту додають розчин йодиду калію до утворення темно-бурого осаду йодиду бісмуту. Додають насичений розчин йодиду калію до розчинення осаду.

2. Відмічають колір отриманого розчину. Записують рівняння реакції. Записують рівняння електролітичної дисоціації отриманої комплексної сполуки.

3. Отримати гідросокомплекси, що містять іони $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$; $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$; $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$. Для цього в три пробірки вносять по 1 мл розчинів сульфату цинку, хлориду хрому, сульфату алюмінію і в кожну з них додають по краплях розчин лугу до розчинення початкового осаду. Записують рівняння реакцій та називають комплексні сполуки.

Дослід 2. Одержання катіонних комплексів.

1. Отримати катіонний комплекс нікелю. Для цього одержують спочатку гідроксид нікелю шляхом взаємодії рівних об'ємів розчинів сульфату нікелю та гідроксиду натрію. Вилучають смужкою фільтрувального паперу рідку фазу і додають до осаду по краплях 20% -ний розчин гідроксиду амонію до розчинення осаду. Записують рівняння реакцій утворення комплексної сполуки та її дисоціації. Називають комплексну сполуку.

2. Отримати катіонний комплекс міді. Для цього спочатку досліджують розчин сульфату міді на наявність катіонів міді та сульфат-іонів. У дві пробірки наливають по 0,5 мл розчину сульфату міді і додають в першу – залізний цвях, а в другу – розчин хлориду барію. Відмічають спостереження. Записують рівняння реакцій.

3. Комплексну сполуку міді отримують шляхом взаємодії розчину сульфату міді з 20%-ним розчином гідроксиду амонію. Відмічають спостереження. Записують рівняння реакції. Називають комплексну сполуку. Отриманий розчин комплексної сполуки ділять на дві пробірки і проводять якісні реакції на катіон міді та сульфат-іон. Пояснюють різницю в поведінці сульфату міді та комплексної сполуки міді.

Дослід 3. Комплексні сполуки в реакціях обміну.

1. У дві пробірки наливають по 0,5 мл свіжоприготовленого розчину сульфату заліза (II). В першу додають розчин $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, в другу – розчин $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Яка з цих реакцій є якісною? Запишіть рівняння цієї реакції в молекулярному та іонному вигляді.

2. У дві пробірки наливають по 0,5 мл розчину хлориду заліза (III). В першу додають розчин $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, в другу – розчин $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Яка з цих реакцій є якісною? Запишіть рівняння реакцій в молекулярному та іонному вигляді.

Дослід 4. Стійкість та дисоціація комплексних іонів.

Одержати комплексну сполуку $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$. Для цього до розчину нітрату срібла додати розчин хлориду натрію. До утвореного осаду приливають розчин гідроксиду амонію до повного розчинення утвореного осаду. Відмічають спостереження. Записують рівняння реакцій. Розчин розділяємо у чотири пробірки та використовуємо для виконання дослідів.

У першу пробірку до розчину комплексної сполуки $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ вносять шматочок цинку. Відмічають спостереження. Записують рівняння реакції утворення комплексного аміакату цинку, враховуючи, що координаційне число Zn^{2+} рівне чотирьом. Пояснити, користуючись таблицею констант нестійкості комплексних іонів, причину витіснення цинком срібла із його аміачного комплексного іону.

У другу пробірку додають розчин гідроксиду натрію, в третю – розчин йодиду калію. Відмічають спостереження. Записують рівняння дисоціації комплексного іону $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ та вираз константи нестійкості. Дати пояснення спостережуваним явищам, користуючись рівнянням дисоціації комплексного іону та правилом добутку розчинності.