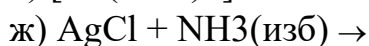
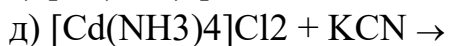
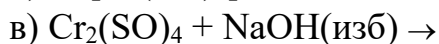
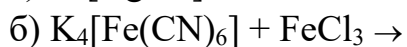


## КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ – ЗАДАНИЯ

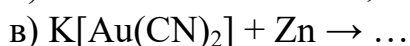
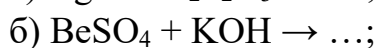
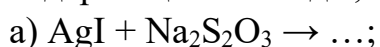
1. Какие химические соединения называются комплексными?
2. Какие частицы (молекулы, ионы) могут входить во внутреннюю координационную сферу комплексного соединения?
3. Дайте определение координационного числа комплексообразователя. От чего оно зависит? Приведите по примеру монодентатных и бидентатных лигандов.
4. Приведите по одному примеру комплексов: а) катионных; б) анионных; в) нейтральных; г) катионно-анионных.
5. Как рассматривает образование комплексных соединений метод валентных связей (ВС)? Какие орбитали комплексообразователя могут одновременно участвовать в образовании связей?
6. Какую геометрическую конфигурацию имеет комплексный ион при значении координационного числа 2, 4, 6? Укажите соответствующие типы гибридизации орбиталей комплексообразователя.
7. Как с позиции метода валентных связей объяснить строение комплексных ионов:  $[\text{BeF}_4]^{2-}$  и  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ ?
8. Назовите комплексные соединения:  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_3\text{F}_3]$ ,  $[\text{CoCN}(\text{NH}_3)_4\text{H}_2\text{O}]\text{Br}_2$ ,  $[\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}]$ ,  $\text{Ca}[\text{FeNH}_3(\text{CN})_5]$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2]\text{SO}_4$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$ . Укажите координационные числа комплексообразователей.
9. Напишите химические формулы комплексных соединений: натрия тетраиодокадмат, гексаамминоникеля(II) гексацианоферрат(II), аммоний дигидроксотетрахлороплатинат(IV), хромдибензол, гексаамминхром(III) гексанитрорутенат(IV), калия тритиосульфатоаргентат, натрия тетрафтороборат.
10. Назвать комплексные соединения по систематической номенклатуре. Определить центральный атом, лиганды, для них указать дентатность. Показать внутреннюю и внешнюю координационные сферы.  $[\text{Cd}(\text{N}_2\text{H}_4)_2\text{Cl}_2]$ ;  $[\text{Zn}((\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_2)[\text{PtCl}_4]$ ;  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ .
11. Назвать комплексные соединения по систематической номенклатуре. Для первого комплексного соединения написать уравнения первичной и все стадии вторичной электролитической диссоциации. Для всех комплексов привести суммарные процессы вторичной диссоциации и выражения констант нестойкости и устойчивости.  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ;  $\text{K}[\text{As}(\text{OH})\text{F}_5]$ ;  $\text{K}[\text{Co}(\text{CO}_3)(\text{NO}_2)_4]$ ;  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{OH})_2]$ .
12. Написать формулы комплексных соединений. Определить центральный атом, лиганды. Для всех комплексов привести суммарные процессы вторичной диссоциации и выражения констант нестойкости. Калий тетрагидроксоаурат(III); сульфатопентаамминкобальт(III) хлорид;

натрий гексацианоферрат(III); гексахлорплатиновая кислота; тригидроксотриамминкобальт.

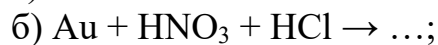
13. Напишите уравнения реакций:



14. Составить уравнения реакций в молекулярной и ионно-молекулярной форме. Для окислительно-восстановительных процессов записать уравнения полуреакций. В реакциях комплексообразования реагент, содержащий лиганды, взят в избытке.



15. Составить уравнения реакций в молекулярной и ионно-молекулярной форме. Для окислительно-восстановительных процессов записать уравнения полуреакций. В реакциях комплексообразования реагент, содержащий лиганды, взят в избытке.



16. Определить вид изомерии для каждой пары комплексных соединений. Дать пояснения, чем определяется вид изомерии в этих соединениях.

а)  $[Pd(NH_3)_4][PtCl_4]$  и  $[Pt(NH_3)_4][PdCl_4]$ , б)  $[Cr(H_2O)(NH_3)_4(OH)]Br_2$  и  $[Cr(NH_3)_4Br(OH)]Br \cdot H_2O$ .

17. Почему комплексный ион  $[AlF_6]^{3-}$  существует, а ион  $[AlCl_6]^{3-}$  не обнаружен?

18. Определите гибридные орбитали комплексообразователя и укажите какой из комплексов «внутриорбитальный», а какой – «внешнеорбитальный»: а)  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$  - диамагнитный; б)  $[Co(NH_3)_6]^{2+}$  - парамагнитный; в)  $[NiF_6]^{2-}$  диамагнитный; г)  $[NiF_6]^{4-}$ .

19. Назовите комплексное соединение, напишите процесс его диссоциации  $[PtCl_2(NH_3)_2]$ . Запишите выражения констант нестойкости и устойчивости.

20. Покажите схемой распределения электронов по валентным орбиталям комплексообразователя в комплексах: а)  $[Cr(H_2O)_6]^{3+}$  и  $[Mn(H_2O)_6]^{2+}$ ;  $[PtCl_6]^-$  и  $[CrCl_6]^{3-}$ . Какие из них являются внешне- и какие внутриорбитальными?

21. Для комплексов  $[CoF_6]^{3-}$  и  $[Co(CN)_6]^{3-}$  укажите их геометрическую конфигурацию и тип гибридизации орбиталей центрального атома.

- Является ли каждый из них: а) внешне- или внутриорбитальным; б) низко- или высокоспиновым; в) пара- или диамагнитным? Какой из них имеет меньшее значение энергии связи и проявляет окислительные свойства?
22. Как теория кристаллического поля объясняет образование высоко- и низкоспиновых комплексов? При каком соотношении энергии параметра расщепления и повышения энергии системы за счет нарушения правила Гунда в пределах всего  $d$ -подуровня образуются те и другие?
23. Составьте диаграмму распределения электронов на  $3d$ -,  $4s$ -, и  $4p$ -орбиталях ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ . Комплексные ионы  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  и  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  имеют октаэдрическое строение и  $d^2sp^3$ -гибридное состояние орбиталей связи. Укажите, какой из этих ионов парамагнитен.
24. Известно, что комплексное соединение  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ , из которого хлор не осаждается ионами серебра, имеет два геометрических изомера. Изобразите строение изомеров комплекса.
25. Предскажите продукты взаимодействия пентакарбонила железа с серной разбавленной и концентрированной кислотой.
26. Можно ли разрушить в растворе комплексный ион дитиосульфатосеребра (I), если создать избыточную концентрацию цианид-иона?
27. Можно ли разрушить комплексное соединение  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ , добавив в раствор этой соли металлический магний? (Отв.  $\Delta E^\circ > 0$ )
28. Вычислить концентрацию ионов серебра в 0,2 М растворе  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ , содержащем, кроме того, 0,1 моль KCN в литре раствора ( $K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 1,0 \cdot 10^{-21}$ ). (Отв.  $C(\text{Ag}^+) = 2 \cdot 10^{-20}$  моль/л.)
29. Произойдет ли образование осадка  $\text{CdCO}_3$ , если к 1 литру 0,04 М раствора  $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ , содержащего в избытке 0,2 моль  $\text{NH}_3$ , прибавить равный объем 0,06 М раствора  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ?  $K_{\text{H}}[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 3 \cdot 10^{-7}$ ,  $\text{PP}(\text{CdCO}_3) = 1,0 \cdot 10^{-12}$ . (Отв.  $\text{PC}(\text{CdCO}_3) = 1,8 \cdot 10^{-6} > \text{PP}(\text{CdCO}_3) = 1,0 \cdot 10^{-12}$ , значит, осадок образуется.)
30. Пять граммов сульфата меди (II) растворили в 1,8 л 0,3 М раствора аммиака. Определите равновесные концентрации ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ .
31. Концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  в растворе  $\text{H}_2[\text{CuCl}_4]$   $2,5 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>, а концентрация ионов  $\text{Cl}^-$  0,1 моль/дм<sup>3</sup>. Найдите концентрацию комплексного иона, если  $K_{\text{H}} = 2,0 \cdot 10^{-6}$ . (Отв. 1,25 моль/дм<sup>3</sup>)
32. Чем определяется возможность разрушения аммиачных комплексов действием кислот? Имеет ли при этом значение  $K_{\text{H}}$  исходного комплекса и образующегося иона  $\text{NH}_4^+$ ?  $K_{\text{H}}(\text{NH}_4^+) = 5 \cdot 10^{-10}$ .

33. Константа неустойчивости иона  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^{3-}$  составляет  $3,5 \cdot 10^{-14}$ . Какая масса ионов серебра содержится в двух  $\text{дм}^3$   $0,1 \text{ M}$  раствора  $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^{3-}$ , содержащем, кроме того,  $50 \text{ г}$   $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ? (Отв.  $7,6 \cdot 10^{-11} \text{ г}$ ).
34. Произойдет ли осаждение сульфида ртути при прибавлении к  $1 \text{ дм}^3$   $0,01 \text{ M}$  раствора  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ , содержащего  $0,05$  моль  $\text{KI}$ , такого количества молей  $\text{S}^{2-}$ , которое содержится в  $1 \text{ дм}^3$  насыщенного раствора  $\text{CdS}$ ? Константа неустойчивости иона  $[\text{HgI}_4]^{2-}$  равна  $1,5 \cdot 10^{-31}$ .  $\text{PP}(\text{CdS}) = 7,9 \cdot 10^{-27}$ ,  $\text{PP}(\text{HgS}) = 1,6 \cdot 10^{-52}$ . (Отв. Да,  $2,1 \cdot 10^{-4}$ , что больше  $\text{PP}(\text{HgS})$ ).
35. Составить энергетическую диаграмму расщепления орбиталей  $d$ -подуровня центрального атома в следующих комплексах с октаэдрическим полем лигандов и указать число неспаренных  $d$ -электронов. а)  $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ ; б)  $[\text{Ni}(\text{ClO}_4)_6]^{2-}$ ; в)  $[\text{V}(\text{CN})_6]^{3-}$ .
36. Как объяснить, что комплекс  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  разрушается при подкислении, а комплекс  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  сохраняется даже при действии концентрированной соляной кислоты?
37. Выразите молекулярными и ионно-молекулярными уравнениями реакций переходы:  $\text{Ag}^+ \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \rightarrow \text{AgI} \rightarrow [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}$ . Чем объяснить возможность каждого из них?
38. Если в раствор тетраамминкадмия нитрата концентрации  $0,1 \text{ моль/дм}^3$  добавить щелочь до концентрации ионов  $\text{OH}^-$ , равной  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , то приведет ли это к выпадению осадка гидроксида?
39. Безводный хлорид хрома  $\text{CrCl}_3$ , присоединяя аммиак, может образовывать две соли:  $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$  и  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ . Напишите координационные формулы этих солей, учитывая, что из раствора одной соли нитрат серебра осаждает весь содержащийся в ней хлор, а из раствора другой – только  $2/3$  входящего в ее состав хлора.
40. Почему октаэдрические комплексы никеля(II) могут быть только высокоспиновыми?