

541
К-63

Министерство образования Российской Федерации

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Общая и неорганическая химия»

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методические указания к лабораторным и
практическим занятиям
по курсу общей и неорганической химии

Нижний Новгород
2004

Составители: Г.Ф.Володин, Л.Г.Лазарева, Л.Н.Четыркин

УДК 54(07)

Комплексные соединения по курсу общей и неорганической химии
Г.Ф.Володин, Л.А.Смирнова

Методические указания к типовым задач, вопросам контроля знаний, а также к лабораторным работам

Научный редактор Ю.В.Сидорова

Редактор И.И.Морозов

Подп. к печ. 20.05.04.с
офсетная. Печ.л. 2,75

Нижегородский государственный технический университет.
Типография НГТУ. 603600, Н.Новгород, ул.Минина, 24.

© Нижегородский государственный
технический университет, 2004

541
К 63
Комплексные соединения: Метод. указ. к общ. и спец. занятиям по курсу общ. и неорганической химии.
2004
0-00
ИМ
т.:
18.08.06 Шенков
24.09.07 Морозов
20 Шенков

Handwritten initials and signatures: "АВ" and a large stylized signature.

Примеры ответов на типовые вопросы

Вопрос 1. При действии на 1 М раствор $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ нитратом серебра (I) в осадок выпадает 3 моля AgCl . Каковы координационная формула этой соли, степень окисления и координационное число комплексообразователя? Приведите номенклатурное название соли.

Вследствие прочности внутренней сферы комплексного иона, без ее разрушения можно осадить только Cl^- - ионы, находящиеся во внешней сфере, т.е. координационная формула комплексной соли $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$. Ее диссоциация на внешнюю и внутреннюю сферы происходит полностью: $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3 \rightarrow [\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + 3\text{Cl}^-$, заряд сферы складывается из заряда (степени окисления) комплексообразователя и лигандов, т.е. степень окисления (СО) $\text{Cr} = +3$.

Координационное число определяется числом σ -связей комплексообразователя и для монодентатных (присоединенных одним концом к комплексообразователю) лигандов совпадает с их числом. NH_3 - монодентатный лиганд, поэтому координационное число (КЧ) $\text{Cr}(\text{III}) = 6$. Название комплексного соединения строится как и для обычных солей: название электроотрицательной части в именительном падеже плюс название электроположительной части в родительном падеже. Название комплексного катиона строится так: название лигандов с указанием их числа греческими числительными плюс название комплексообразователя с указанием его СО:
 $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ - хлорид гексаамминхрома (III).

Название комплексного аниона состоит из названия лигандов с указанием их числа греческими числительными плюс название комплексообразователя с добавлением окончания - "ат" и с указанием его СО:
 $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ - гексагидрохромат (III) натрия.

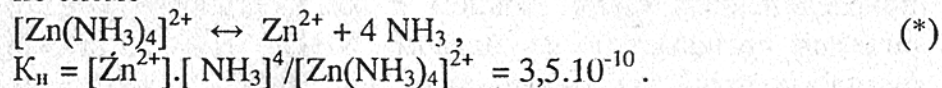
Название нейтрального комплекса состоит из одного слова

в именительном падеже: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3\text{Cl}_3]$ - трихлоротриаквахром (III).

Вопрос 2. Определить степень диссоциации иона $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ и концентрацию ионов комплексообразователя в 0,1 М растворе сульфата тетрааминцинка $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, если константа нестойкости иона тетрааминцинка $K_{\text{н}} = 3,5 \cdot 10^{-10}$. Как изменится степень диссоциации и концентрация ионов цинка в растворе, содержащем избыток аммиака 1 моль/л?

Внешняя и внутренняя сферы комплексного соединения сильно различаются по устойчивости. Внешняя сфера диссоциирует в растворе как сильный электролит $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ (степень диссоциации $\alpha = 1$).

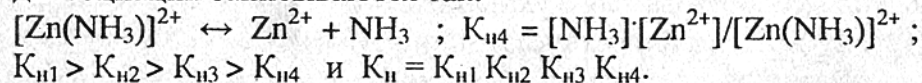
Внутренняя сфера комплекса достаточно устойчива и в водной среде подвергается диссоциации как слабый электролит ($\alpha < 1$). Суммарно внутренняя сфера диссоциирует по схеме



Диссоциация идет ступенчато с отщеплением сначала одного лиганда: $\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_3]^{2+} + \text{NH}_3$;
 $K_{\text{н1}} = [\text{NH}_3] \cdot [\text{Zn}(\text{NH}_3)_3]^{2+} / [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

Аналогично идет диссоциация по второй и третьей ступеням.

Последняя ступень и соответствующая константа диссоциации записываются так:



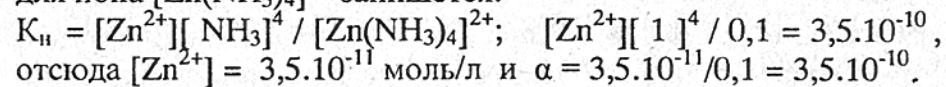
Степень диссоциации комплексного иона $\alpha = C_{\text{дис}} / C_{\text{к}}$, где $C_{\text{дис}}$ - количество продиссоциированных комплексных ионов, а $C_{\text{к}}$ - концентрация комплексного иона в растворе.

Для комплексного иона $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ $\alpha = [\text{Zn}^{2+}] / C_{\text{к}}$.

В момент равновесия концентрации компонентов равновесия (*):

$[\text{Zn}^{2+}] = \alpha C_{\text{к}}$; $[\text{NH}_3] = 4 \alpha C_{\text{к}}$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = (1 - \alpha) C_{\text{к}}$, но так как $\alpha \ll 1$, то $(1 - \alpha) \approx 1$ и $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \approx C_{\text{к}}$.
 Отсюда $K_{\text{н}} = \alpha C_{\text{к}} (4 \alpha C_{\text{к}})^4 / C_{\text{к}} = 4^4 \alpha^5 C_{\text{к}}^4$. При $C_{\text{к}} = 0,1$ моль/л и $\alpha = 2,7 \cdot 10^{-2}$, $[\text{Zn}^{2+}] = 2,7 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

Если раствор содержит избыток аммиака (лиганда), то общая концентрация аммиака в растворе будет равна $C = [\text{NH}_3] + [\text{NH}_3]_{\text{изб}}$, но концентрация аммиака, накопленного в результате диссоциации комплексного иона много меньше $[\text{NH}_3]_{\text{изб}}$, то принимаем $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_3]_{\text{изб}} = 1$ моль/л. Тогда $K_{\text{н}}$ для иона $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ запишется:



При избытке лиганда равновесие (*) сдвигается влево и степень диссоциации комплекса уменьшается.

Вопрос 3. Какими методами можно разрушить комплексное соединение? Какой должна быть концентрация аммиака в растворе, чтобы при введении 0,1 моль/л KCl в 0,1 М раствор нитрата диаминсеребра (I) выпал осадок AgCl?

Поскольку диссоциация комплексного иона является процессом обратимым, то, выводя из зоны реакции появляющиеся в результате диссоциации по реакции (*) ионы, можно практически разрушить комплекс. Это можно сделать различными методами:

а) переводом комплексообразователя в трудно растворимое соединение: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{NO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + 2 \text{NH}_3 + \text{KNO}_3$;

б) вытеснением комплексообразователя: $2\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + \text{Zn} \rightarrow 2 \text{Ag} \downarrow + \text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$;

в) термическим разложением комплекса: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]\text{CO}_3 \rightarrow \text{CuO} + 4 \text{NH}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;

г) переводом лиганда в более устойчивое состояние: $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4^+$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 4 \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{NH}_4^+$;

д) замещением лигандов с образованием более устойчивого комплекса: $\text{K}_2[\text{HgCl}_4] + 4 \text{NaBr} \rightarrow \text{K}_2[\text{HgBr}_4] + 4 \text{NaCl}$.

$$K_{\text{н}} = 6 \cdot 10^{-17} \quad K_{\text{н}} = 2 \cdot 10^{-22}$$

Последняя реакция является реакцией преобразования комплекса.

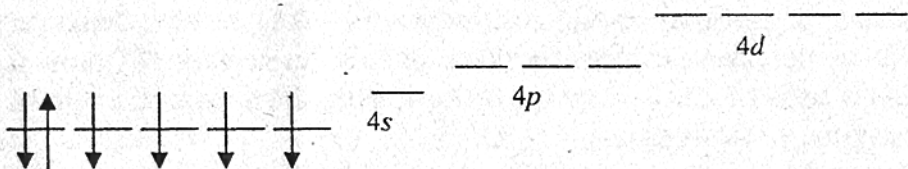
Осадок AgCl в случае протекания реакции "а" выпадает при условии $[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] \geq \text{ПР}_{\text{AgCl}}$. Учитывая, что по условию задачи концентрация $[\text{Cl}^-] = 0,1$ моль/л, так как KCl – сильный электролит ($\alpha=1$), отсюда следует, что осадок выпадает при содержании $[\text{Ag}^+] = \text{ПР}_{\text{AgCl}} / [\text{Cl}^-] = 1,6 \cdot 10^{-10} / 0,1 = 1,6 \cdot 10^{-9}$ моль/л.

Определим концентрацию NH_3 , при которой концентрация $[\text{Ag}^+]$ равна заданной:

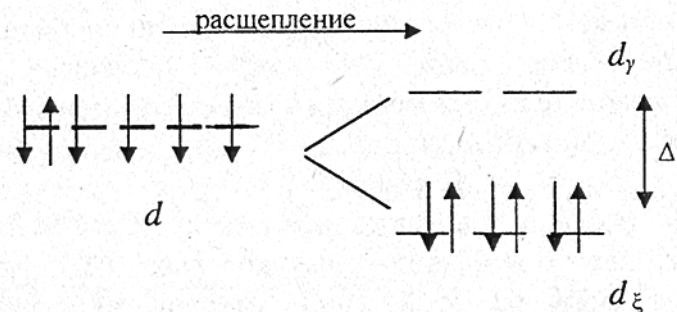
$$K_{\text{н}} = [\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2 / [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] = 1,6 \cdot 10^{-9}, [\text{NH}_3]^2 / 0,1 = 5,9 \cdot 10^{-8}.$$

Отсюда $[\text{NH}_3] = 1,92$ моль/л.

Вопрос 4. Какие валентные орбитали атома Fe(II) принимают участие в образовании σ -связей в ионах $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ и $[\text{FeF}_6]^{4-}$? Каковы типы гибридизации валентных орбиталей и пространственная структура этих ионов? Попробуйте оценить реакционную способность этих комплексных ионов и их магнитные свойства; высоко- или низкоспиновыми они являются?

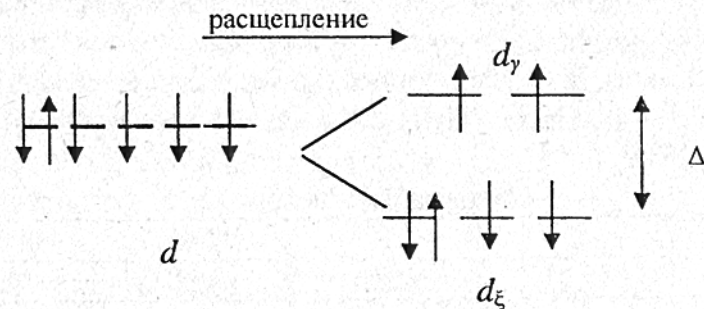


Ион железа (II) имеет электронную конфигурацию $3s^2 3p^6 3d^6$. При образовании σ -связей в комплексах, согласно методу валентных связей (ВС), имеет место донорно-акцепторное взаимодействие, причем $\text{N}\equiv\text{C}^-$ - лиганд создает сильное поле октаэдрической симметрии. Пять $3d$ -орбиталей Fe(II) не будут вырождены по энергии, произойдет их расщепление на более низкие по энергии d_{ξ} (d_{xy} , d_{yz} , d_{xz}) и более высокие d_{γ} (d_{z^2} , $d_{x^2-y^2}$):



Для лиганда, создающего сильное поле, а таковым является CN^- , $\Delta > P$ (здесь P -энергия спаривания электронов) и электронная конфигурация комплексообразователя будет соответствовать представленной выше схеме. В этом случае шесть несвязанных электронных пар (НЭП) CN^- заполняют $3d_{z^2}$, $3d_{x^2-y^2}$, $4s$, $4p_x$, $4p_y$, $4p_z$ -орбитали, подвергаясь d^2sp^3 -гибридизации (внутриорбитальная гибридизация). В целом комплекс $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ не содержит неспаренных электронов, поэтому является диамагнитным и низкоспиновым.

При образовании $[\text{FeF}_6]^{4-}$ вследствие слабого поля F^- - лигандов спаривания d -электронов не происходит ($\Delta < P$) и НЭП лигандов располагаются на $4s$, $4p_x$, $4p_y$, $4p_z$, $4d_{z^2}$, $4d_{x^2-y^2}$ орбиталях комплексообразователя - железа, подвергшихся sp^3d^2 -гибридизации (внешнеорбитальная гибридизация). Наличие неспаренных электронов приводит к возникновению парамагнитных свойств комплекса, который является высокоспиновым.



Реакционная способность комплекса определяется скоростью обмена лигандов на другие молекулы или ионы.

Обмену лигандов благоприятствует внешнеорбитальная гибридизация, так как в этом случае связь комплексообразователя с лигандами слабее, чем при наличии внутриорбитальной гибридизации.

Вариант 1

1. В растворе комплексной соли $\text{CoCO}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ обнаружены два иона, один из которых Cl^- . Каковы координатная формула этой соли, степень окисления и координационное число центрального атома?

1. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}]\text{CO}_3$; +3; 4. 2. $[\text{CoCO}_3\text{Cl}(\text{NH}_3)_4]$; +2; 6.
3. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{CO}_3]\text{Cl}$; +3; 6. 4. $[\text{CoCO}_3\text{Cl}] \cdot 4\text{NH}_3$; +2; 5.
5. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{CO}_3\text{Cl}] \cdot 2\text{NH}_3$; +3; 5.

2. Какое название соответствует комплексной соли $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_3$?

1. Акваамминкобальта(II)-хлорид; 2. Пентаамминаквакобальта(II) - хлорид; 3. Хлорид пентааквакобальта(II); 4. Хлорид пентаамминаквакобальта(III); 5. Хлорид пентаамминаквакобальта(II).

3. Какие валентные орбитали атома кобальта(III) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$? Каковы тип гибридизации валентных орбиталей и пространственная структура этого иона?

1. $4s4p_x4p_y4p_z \leftrightarrow sp^3 \leftrightarrow$ тетраэдр. 2. $3d_{z^2}4p_x4p_y4p_z \leftrightarrow dsp^3 \leftrightarrow$ тригональная пирамида. 3. $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z \leftrightarrow d^2sp^3 \leftrightarrow$ октаэдр. 4. $4s4p_x4p_y4p_z4d_{z^2} \leftrightarrow sp^3d \leftrightarrow$ квадратная пирамида. 5. $4s4p_x4p_y4p_z4d_{z^2}4d_{x^2-y^2} \leftrightarrow sp^3d^2 \leftrightarrow$ октаэдр.

4. Какие из следующих комплексных соединений окрашены: I - $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_4(\text{NO}_3)_3]$; II - $\text{Na}[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$; III - $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$?

Варианты ответов

1	2	3	4	5
I	II, III	II	I, III	все

5. Какие из приведенных соединений являются двойными солями:

I - $\text{K}_2[\text{ZnCl}_4]$; II - $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$; III - $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, если K_{II} соответственно равны: 33,0; $3,5 \cdot 10^{-10}$ и $3,6 \cdot 10^{-16}$? Какова концентрация ионов цинка (в моль/л) в 0,1 М растворе тетрагидроксоцинката калия, содержащем избыток 0,1 моль/л KOH ?

Варианты ответов

1	2	3	4	5
I; $3,6 \cdot 10^{-13}$	II; $5,0 \cdot 10^{-12}$	III; $1,0 \cdot 10^{-10}$	I, II; $7,8 \cdot 10^{-12}$	Все три: $1 \cdot 10^{-16}$

Вариант 2

1. При действии на 1 М раствора $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$ нитратом серебра (I) в осадок выпадет 2 моля хлорида серебра. Какова координационная формула и название комплексной соли?

1. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3]\text{Cl}$ хлорид тетраамминхлороплатина(II).
2. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_4$ тетрахлорид тетраамминплатины(II).
3. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_4]$ хлорид тетраамминплатины(IV).
4. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ хлорид дихлоротетраамминплатины(IV).
5. $[\text{PtCl}_4] \cdot 4\text{NH}_3$ тетраамминотетрахлороплатина(IV).

2. Ион Be^{2+} является более типичным комплексообразователем, чем остальные элементы IIА группы? Чем это обусловлено?

1. Меньшим радиусом катиона бериллия. 2. Большим радиусом катиона бериллия. 3. Меньшим зарядом катиона бериллия. 4. Большим зарядом катиона бериллия. 5. Большим поляризующим действием катиона бериллия.

3. Какие орбитали атома кобальта(III) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{CoF}_6]^{3-}$? Каков тип гибридизации валентных орбиталей и пространственная структура этого иона?

1. $3d_{z^2}3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y4p_z, d^2sp^3$, октаэдр;
2. $4s4p_x4p_y4p_z4d_{z^2}4d_{x^2-y^2}, sp^3d^2$, октаэдр;
3. $3d_{z^2}3d_x4s4p_x4p_y, sp^3d$, квадратная пирамида;
4. $4s4p_x4p_y4p_z4d_{xy}, dsp^3$, тригональная пирамида;
5. $4s4p_x4p_y4p_z, sp^3$, тетраэдр.

4. Даны параметры расщепления комплексных ионов никеля (II):

ион	$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	$[\text{NiF}_6]^{4-}$	$[\text{NiCl}_4]^{2-}$
Δ , см^{-1}	8500	10800	2300	2200

Составьте спектрохимический ряд лигандов.

1) $\text{Cl}^- < \text{F}^- < \text{H}_2\text{O} < \text{NH}_3$; 2) $\text{NH}_3 < \text{H}_2\text{O} < \text{F}^- < \text{Cl}^-$; 3) $\text{H}_2\text{O} < \text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{NH}_3$; 4) $\text{F}^- < \text{H}_2\text{O} < \text{NH}_3 < \text{Cl}^-$; 5) $\text{Cl}^- < \text{H}_2\text{O} < \text{F}^- < \text{NH}_3$.

5. Возможно ли взаимодействие между растворами $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ и KBr и почему?

1) Невозможно, т.к. $K_{\text{II}} [\text{HgJ}_4]^{2-} > K_{\text{II}} [\text{HgBr}_4]^{2-}$. 2) Возможно с образованием HgJ_2 . 3) Невозможно, так как $K_{\text{II}} [\text{HgJ}_4]^{2-} < K_{\text{II}} [\text{HgBr}_4]^{2-}$. 4) Возможно с образованием $\text{K}_2[\text{HgBr}_4]$. 5) Возможно, но только при сплавлении.

Вариант 3

1. Какая координационная формула соответствует названию: гексахлороплатинат (IV) аммония? Каковы координационное число и заряд комплексообразователя?

1) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_6]$; 7; 2; 2) $\text{NH}_4[\text{PtCl}_6]$; 6; 2; 3) $\text{NH}_4[\text{PtCl}_5\text{Cl}]$; 4; 4) $[(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6]$; 6; 4; 5) $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$; 6; 4.

2. Какую изометрию проявляет комплексное соединение состава $\text{CoBrSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$?

1) геометрическую; 2) ионизационную; 3) координационную; 4) геометрическую и ионизационную; 5) все три.

3. Какие валентные орбитали атома никеля (II) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{NiCl}_4]^{2-}$? Каковы тип гибридизации валентных орбиталей и пространственная структура этого иона?

1) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 ; квадрат; 2) $3d_{z^2}4s4p_x4p_y$; dsp^2 ; квадрат; 3) $4s4p_x4p_y4d_{z^2}$; sp^2d ; тетраэдр; 4) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 ; тетраэдр; 5) $3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z$; dsp^3 ; квадратная пирамида.

4. Как распределены d -электроны в октаэдрическом ионе $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, если H_2O – лиганд слабого поля?

1) $d_x^3d_y^0$; 2) $d_x^2d_y^1$; 3) $d_x^1d_y^2$; 4) $d_x^2d_y^2$; 5) $d_x^0d_y^3$.

5. Какими из перечисленных способов можно разрушить комплекс $[\text{Fe}(\text{NCS})_4]$:

I – разбавить водой; II – добавить аммиака; III – добавить цианид калия; IV – добавить фторид калия? (1-I; 2-II; 3-III; 4-III,IV; 5-IV).

Вариант 4

1. Каковы координационная формула, номенклатурное название, координационное число и степень окисления комплексообразователя желтой кровяной соли?

1) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; гексацианоферрат(III) калия; 6; 3;
2) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; гексацианоферрат (III) калия; 6; 3;
3) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; гексацианоферрат(II) калия; 6; 2;
4) $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; гексацианоферрат(III) калия; 6; 2;
5) $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$; гексацианоферрат(III) калия; 6; 3.

2. Какие из ионов (Fe^{2+} , Co^{2+} , Fe^{3+} , Co^{3+}) проявляют наибольшую электронно-акцепторную способность, и чем это обусловлено?

1) Co^{2+} – меньшим радиусом катиона; 2) Fe^{2+} – меньшим зарядом катиона; 3) Co^{3+} – большим радиусом катиона; 4) Co^{3+} – меньшим радиусом, большим зарядом катиона; 5) Fe^{3+} – меньшим радиусом, большим зарядом катиона.

3. Какие валентные орбитали атома кобальта (III) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$? Каковы тип гибридизации валентных орбиталей и пространственная структура этого иона?

1) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{z^2}4d_{x^2-y^2}$; sp^3d^2 ; октаэдр; 2) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 ; тетраэдр; 3) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{z^2}4d_{x^2-y^2}$; d^2sp^2 ; октаэдр; 4) $3d_{z^2}3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y4p_z$; dsp^3 ; тригональная пирамида; 5) $3d_{z^2}3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y4p_z$; d^2sp^3 ; октаэдр.

4. Какова степень диссоциации комплексного иона в 0,1 М растворе сульфата тетрааминмеди (II)? ($K_{\text{II}}=9,33 \cdot 10^{-13}$).

1) $6 \cdot 10^{-2}$; 2) $1,2 \cdot 10^{-4}$; 3) $8,2 \cdot 10^{-3}$; 4) $5 \cdot 10^{-8}$; 5) 0,2.

5. Как можно разделить смесь иодида и хлорида серебра (I) и на чем это разделение основано?

1) Растворить AgI в горячей воде, что позволит повысить ее растворимость.

2) Прокалить смесь, что позволит разложить одну из солей.

3) Обработать раствором аммиака, что приведет к образованию растворимого амминокомплекса серебра (I) с AgCl.

4) Разделить смесь нельзя.

5) Обработать раствором аммиака с образованием амминокомплекса серебра (I) с AgI.

Вариант 5

1. Какова степень окисления и координационное число комплексообразователя в комплексных соединениях: I- $[\text{Ni}(\text{Sn})_3\text{Cl}_2]$, II- $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$, III- $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]$?

1. I – 2. 6; II – 3. 6; III – 3. 6; 2. I – 2. 3; II – 3. 3; III – 3. 6;

3. I – 3. 6; II – 3. 6; III – 2. 6; 4. I – 2. 6; II – 3. 3; III – 3. 6;

5. I – 2. 3; II – 3. 3; III – 3. 6.

2. Какой комплекс, парамагнитный $[\text{CoF}_6]^{3-}$ или диамагнитный $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ менее реакционноспособен?

1) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, т.к. размер лиганда больше; 2) $[\text{CoF}_6]^{3-}$, т.к. размер лиганда больше; 3) реакционные способности близки; 4) $[\text{CoF}_6]^{3-}$, так как σ -связи более прочны из-за внутриорбитальной гибридизации АО; 5) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, так как σ -связи более прочны из-за внутриорбитальной гибридизации АО.

3. Какие из комплексов являются высокоспиновыми: I – $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, II – $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, III – $[\text{CoF}_6]^{3-}$?

1) все три; 2) II, III; 3) I, II; 4) I, III; 5) все низкоспиновые.

4. Константа нестойкости иона $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ составляет $8 \cdot 10^{-22}$. Вычислите концентрацию ионов серебра в 0,01 M растворе комплексного соединения $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$, содержащем,

кроме того, 0,05M NaCN в 1 литре раствора.

1) $4 \cdot 10^{-5}$, 2) $2 \cdot 10^{-16}$, 3) $3 \cdot 10^{-21}$, 4) $5 \cdot 10^{-8}$, 5) $0,5 \cdot 10^{-10}$.

5. Какие из перечисленных трудно-растворимых в воде гидроксидов растворяются в щелочах и почему?

I – $\text{Al}(\text{OH})_3$; II – $\text{Zn}(\text{OH})_2$; III – $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

1. Все три, так как являются кислотными гидроксидами.

2. I, II, так как являются амфотерными гидроксидами, образуя гидрокомплексы.

3. I, так как является амфотерным гидроксидом.

4. II – по той же причине.

5. III, так как является основным гидроксидом.

Вариант 6

1. Каковы координационные формулы и названия комплексных ионов кобальта (III) с лигандами: $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (к.ч.=6)?

1. $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_6]^{2-}$ гексаоксалатокобальтат (III) – ион.

$[\text{Co}(\text{S}_2\text{O}_3)_6]^{2-}$ гексатиосульфатокобальтат (III) – ион.

2. $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ триоксалатокобальтат (III) – ион.

$[\text{Co}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{3-}$ тритиосульфатокобальтат (III) – ион.

3. $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_4]^{5-}$ тетраоксалатокобальтат (III) – ион.

$[\text{Co}(\text{S}_2\text{O}_3)_5]^{5-}$ тетратиосульфатокобальтат (III) – ион.

4. $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{2-}$ триоксалатокобальтат (III) – ион.

$[\text{Co}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{2-}$ тритиосульфатокобальтат (III) – ион.

5. $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_6]^{9-}$ гексаоксалатокобальтат (III) – ион.

$[\text{Co}(\text{S}_2\text{O}_3)_6]^{9-}$ гексатиосульфатокобальтат (III) – ион.

2. Какой из ионов более устойчив, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ (I) или $[\text{FeF}_6]^{4-}$ (II), и почему?

1. II – так как образует более прочные σ -связи за счет внутриорбитальной гибридизации АО.

2. Реакционные способности комплексов близки.

3. I – так как размер лиганда больше.

- I - так как образует более прочные σ -связи за счет внутриорбитальной гибридизации АО.
- II - так как размер лиганда больше.

3. Какие валентные орбитали атома марганца (IV) принимают участие в образовании σ -связей в ионе MnCl_6^{2-} ? Каков тип гибридизации валентных орбиталей атома марганца (IV)?

- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1. $4s4p_x4p_y4p_z$ | sp^3 |
| 2. $3d_{xz}3d_{yz}3d_{xy}4s$ | d^3s |
| 3. $3d_{x^2-y^2}3d_z^24s4p_x4p_y4p_z$ | d^2sp^3 |
| 4. $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4d_z^2$ | sp^3d^2 |
| 5. $3d_{xy}3d_{yz}4s4p_x4p_y4p_z$ | d^2sp^3 |

4. Какой из ионов является окрашенным:

$\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ (I), $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ (II), $\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ (III)?

1) I, II, III; 2) I, II; 3) II, III; 4) I, III; 5) окрашенных ионов нет.

5. Возможна ли реакция $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2] + 2\text{KCl} \rightarrow$

$\text{K}[\text{AgCl}_2] + 2\text{KCN}$ и почему?

- нет, так как $K_{II} [\text{Ag}(\text{CN})_2] < K_{II} [\text{AgCl}_2]$;
- нет, так как KCN подвергается гидролизу;
- да, так как $K_{II} [\text{AgCl}_2] > K_{II} [\text{Ag}(\text{CN})_2]$;
- нет, так как хлоридные комплексы серебра (I) не образует;
- да, но только в твердой фазе.

Вариант 7

1. Какова формула гексацианоферрата (II) калия? Каковы координационное число и степень окисления комплексобразователя?

- | | |
|---|---|
| 1. $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{NCS})_6]$ - 6 и 2; | 2. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - 6 и 3; |
| 3. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - 6 и 2; | 4. $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{CO}]$ - 6 и 2; |
| 5. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - 6 и 2. | |

2. При действии на 1M раствор $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$ нитрата серебра в осадок выпадает четыре моля хлорида серебра (I). Установить состав внутренней сферы комплексного иона и формулу соли.

- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_4]$;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_4]$;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_4]$;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$.

3. Комплексное диамагнитное соединение $\text{Fe}(\text{CO})_5$ имеет структуру тригональной бипирамиды. Какие валентные орбитали атома железе принимают участие в образовании σ -связей и каков тип их гибридизации?

- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1. $3d_{x^2-y^2}3d_z^24s4p_x4p_y4p_z$ | d^2sp^3 |
| 2. $3d_z^24s4p_x4p_y4p_z$ | dsp^3 |
| 3. $4s4p_x4p_y4p_z4d_z^2$ | sp^3d |
| 4. $4d_z^24s4p_x4p_y4p_z$ | sp^3d^2 |
| 5. $4s4p_x4p_y4p_z4d_{xz}$ | sp^3d |

4. Как распределены d -электроны в тетраэдрическом комплексном ионе $[\text{NiCl}_4]^{2-}$?

- $d_{\xi}^6d_{\gamma}^2$;
- $d_{\gamma}^4d_{\xi}^4$;
- $d_{\xi}^4d_{\gamma}^4$;
- $d_{\xi}^2d_{\gamma}^4$;
- $d_{\gamma}^6d_{\xi}^2$.

6. Сколько молей аммиака должно содержаться в 1л 0,1M раствора $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_2$, чтобы прибавление 1,5 г хлорида калия к 1 л раствора не вызвало выпадения осадка AgCl ?

$K_{II} [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 5.9 \cdot 10^{-8}$; $\text{Pr}_{\text{AgCl}} = 1.6 \cdot 10^{-10}$;
1) 0.86; 2) 1.0; 3) 2.0; 4) 0.54; 5) 1.25.

Вариант 8

1. Какова формула хлорида тетраамминдихлороплатины (IV)? Каковы координационное число и степень окисления комплексобразователя?

- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6\text{Cl}_4]$ - 6 и 4;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}_4]\text{Cl}$ - 6 и 4;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ - 6 и 4;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ - 4 и 4;
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ - 6 и 2.

2. Сколько геометрических изомеров имеет октаэдрическое комплексное соединение состава $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$?

- 0;
- 1;
- 2;
- 3;
- 4.

3. Какова структура тетракабонила никеля, если известно, что это низкоспиновый диамагнитный комплекс?

- 1) квадратная; 2) пирамидальная; 3) октаэдрическая;
- 4) тетраэдрическая; 5) тригонально-бипирамидальная.

4. Какие из перечисленных акваионов окрашены:

$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^+$ (I), $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (II), $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (III)?

- 1) I; 2) II; 3) III; 4) I, II; 5) II, III.

5. Как можно получить тетраиодомеркурат (II) калия?

1. растворить Hg в KJ; 2. взаимодействием J и Hg;
2. взаимодействием соли ртути (II) в избытке KJ;
3. из иодида ртути и любой соли калия.
4. получить нельзя вследствие непрочности соединения.

Вариант 9

1. Какова формула комплексного соединения состава $\text{Co}(\text{CN})_3 \cdot 3\text{KCN}$, если координационное число комплексообразователя равно шести?

1. $\text{K}_2\text{Co}[\text{K}(\text{CN})_6]$; 2. $\text{K}[\text{Co}(\text{CN})_5]\text{CN}$; 3. $[\text{K}_3\text{Co}(\text{CN})_6]$;
4. $\text{K}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$; 5. $\text{Co}[\text{K}_3(\text{CN})_6]$.

2. Какая кислота H_3PO_4 или H_2PF_6 более сильная и почему:

1. I - так как является трехосновой.
2. II - так как является одноосновой.
3. II - так как является комплексным соединением с протоном во внешней сфере.
4. I - так как связи в молекуле ионные.
5. I и II близки по силе.

3. Какие орбитали платины участвуют в образовании химической связи в хлориде тетраамминплатины (II)? Каков тип гибридизации орбиталей комплексообразователя и структура комплексного иона?

1. $5d_{x^2-y^2}6s6p_x6p_y$	dsp^2	квадрат
2. $5d_{x^2-y^2}5d_{z^2}6s6p_x6p_y6p_z$	d^2sp^3	октаэдр
3. $6s6p_x6p_y6p_z$	sp^3	квадратная пирамида
4. $6s6p_x6p_y6p_z$	sp^3	квадрат
5. $6s6p_x6p_y6p_z6d_{z^2}6d_{x^2-y^2}$	sp^3d^2	октаэдр

4. Даны параметры расщепления в поле лигандов Δ , определенные спектроскопически, для комплексов хрома (III):

$[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$; $[\text{CrF}_6]^{3-}$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$; $[\text{Cr}(\text{NCS})_6]^{3-}$; $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
 Δ , cm^{-1} 26700 15200 17400 17800 21600

Составьте спектрохимический ряд лигандов.

- 1) $\text{F}^- < \text{CN}^- < \text{H}_2\text{O} < \text{NCS}^- < \text{NH}_3$; 2) $\text{CN}^- < \text{NH}_3 < \text{NCS}^- < \text{H}_2\text{O} < \text{F}^-$;
- 3) $\text{H}_2\text{O} < \text{F}^- < \text{CN}^- < \text{NCS}^- < \text{NH}_3$; 4) $\text{F}^- > \text{H}_2\text{O} > \text{NCS}^- > \text{NH}_3 > \text{CN}^-$;
- 5) $\text{CN}^- > \text{NH}_3 > \text{NCS}^- > \text{H}_2\text{O} > \text{F}^-$.

5. Сколько ионов цинка находится в литре 0,05 М раствора $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$, содержащем, кроме того, 0,05 моля KCN? Степень диссоциации KCN принять равной 1; $K_{II} = 1.3 \cdot 10^{-17}$.

- 1) $5 \cdot 10^{-10}$; 2) $1 \cdot 10^{-13}$; 3) $9 \cdot 10^{-11}$; 4) 0,1; 5) $2 \cdot 10^{-22}$

Вариант 10

1. Назовите соединение, которое получается при взаимодействии $\text{Fe}(\text{CN})_2$ и KCN, если координационное число железа (II) равно шести?

- 1) цианид железа (III); 2) гексароданоферрат (II) калия;
- 3) цианид гексародано-железа (II); 4) гексацианоферрат (II) калия; 5) гексацианожелезо - калий.

2. Чем можно объяснить многообразие и прочность комплексов иона $\text{Cr}(\text{III})$?

- 1) высоким положительным зарядом иона; 2) малым радиусом иона;
- 3) наличием свободных d-орбиталей предвнешнего уровня; 4) прочностью σ -связей за счет внутриорбитальной гибридизации атомных АО;

5) Всеми перечисленными выше причинами.

3. Какие валентные орбитали хрома принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$? Каков тип гибридизации АО атома хрома и структура этого иона?

- 1) $3d_{xy}3d_{yz}4s4p_x4p_y4p_z; d^2sp^3$; октаэдр; 2) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z; d^2sp^3$; октаэдр; 3) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{z^2}4d_{x^2-y^2}; sp^3d^2$; октаэдр; 4) $3d_{xz}3d_{yz}3d_{xy}4s4p_x4p_y; d^2sp^3$; шестиугольник; 5) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y4p_z; dsp^3$; тригональная бипирамида.

4. Каковы магнитные свойства следующих комплексов:

I- $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$, II- $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$?

- 1) Оба парамагнитны. 2) I - парамагнитен, II - диамагнитен.
3) II - парамагнитен, I - диамагнитен. 4) Оба диамагнитны.
5) Определить магнитные свойства нельзя.

5. Найти массу серебра, находящегося в виде ионов в 0,5 л 0,1 М раствора дитиосульфатоаргентата (I) натрия, содержащем, кроме того, 0,1 моль/л тиосульфата натрия.
 $K_{II}[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3+} = 1,1 \cdot 10^{-22}$.

- 1) $5,9 \cdot 10^{-20}$; 2) $9 \cdot 10^{-11}$; 3) $5 \cdot 10^{-6}$; 4) $1,2 \cdot 10^{-8}$; 5) $6 \cdot 10^{-10}$.

Вариант 11

1. При действии на 1 М раствор $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ нитратом серебра не выпадает. Какова координационная формула комплексного соединения? 1) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$;
2) $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3\text{Cl}$; 3) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$; 4) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]\text{Cl}_3$;
5) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_4$.

2. Какую изомерию проявляют комплексные соединения $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{CuCl}_4]$?

- 1) геометрическую; 2) ионизационную; 3) координационную;
4) все три; 5) 1 и 2.

3. Какие валентные орбитали атома кобальта принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{CoCl}_4]^{2-}$? Каковы тип гибридизации АО кобальта и структур этого иона?

- 1) $3d_{xy}4s4p_x4p_y - dsp^2$, квадрат; 2) $4s4p_x4p_y4p_z - sp^3$, квадрат;
3) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z - d^2sp^3$, октаэдр; 4) $4s4p_x4p_y4p_z - sp^3$, тетраэдр; 5) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4d_{z^2} - sp^3d^2$, октаэдр.

4. Какие из перечисленных комплексных соединений парамагнитны: I - $\text{Na}[\text{AgCl}_2]$, II - $\text{Na}_4[\text{NiF}_6]$, III - $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$?

- 1) все три; 2) I; 3) I и II; 4) все диамагнитны; 5) II и III.

5. Концентрация ионов серебра в 0,1 М растворе $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$ равна $1,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Какой должна быть концентрация избыточного аммиака, чтобы $[\text{Ag}^+]$ уменьшилась в 100 раз? $K_{II}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,2 \cdot 10^{-8}$.

- 1) $3 \cdot 10^{-4}$; 2) $2,28 \cdot 10^{-2}$; 3) $4,21 \cdot 10^{-6}$; 4) $5,02 \cdot 10^{-2}$; 5) $4 \cdot 10^{-8}$.

Вариант 12

1. Каковы формула и степень окисления комплексообразователя в пентакарбониле железа?

- 1) $[\text{Fe}(\text{CO})_4]\text{Cl}_2$ и 2; 2) $\text{H}_2[\text{Fe}(\text{CO})_4]$ и 3; 3) $[\text{Fe}(\text{CO})_9]$ и 0;
4) $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ и 0; 5) $[\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}]$ и 2.

2. При действии BaCl_2 на 1 моль раствора соединения $\text{CoBrSO}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ осаждается 1 моль BaSO_4 . Каково координационное строение соединения?

- 1) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$; 2) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$; 3) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{BrSO}_4]$;
4) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5]\text{BrSO}_4$; 5) $[\text{CoBrSO}_4] \cdot 5\text{NH}_3$.

3. Какие валентные орбитали атома меди принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$? Каков тип гибридизации АО меди и структур этого иона?

- 1) $3d_z4s4p_x4p_y; dsp^2$, квадрат; 2) $4s4p_x4p_y4p_z; sp^3$, тетраэдр;
3) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y; dsp^2$, квадрат; 4) $4s4p_x4p_y4p_z; sp^3$, квадрат;

5) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4d_{z^2}$; sp^3d^2 , октаэдр.

4. Как распределены d -электроны по орбиталиям центрального атома в октаэдрическом комплексе $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$?

1) $d_{\xi}^2d_{\gamma}^1$; 2) $d_{\xi}^1d_{\gamma}^2$; 3) $d_{\xi}^3d_{\gamma}^0$; 4) $d_{\xi}^2d_{\gamma}^2$; 5) $d_{\xi}^0d_{\gamma}^3$.

5. Почему AgCl , AgBr , AgI хорошо растворяются в растворе KCN , а в растворе аммиака растворяются лишь AgCl и AgBr ?

1) потому, что KCN более сильный электролит, чем аммиак; 2) так как $K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{CN})_2] \ll K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$; 3) так как $\text{PP}_{\text{AgI}} \ll \text{PP}_{\text{AgCl, AgBr}}$; 4) так как аммиачные комплексы могут содержать во внешней сфере только хлорид или бромид-ионы; 5) так как $\text{PP}_{\text{AgI}} \ll \text{PP}_{\text{AgCl, AgBr}}$, а $K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{CN})_2] \ll K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

Вариант 13

1. Каковы координационная формула, степень окисления и координационное число комплексообразователя в тетрагидрооксокупрате (II) калия?

1) $\text{K}[\text{Cu}(\text{OH})_4]$; 3; 4; 2) $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$; 2; 4; 3) $\text{K}_4[\text{Cu}(\text{OH})_4]$; 0; 4; 4) $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$; 4; 4; 5) $\text{K}_3[\text{Cu}(\text{OH})_6]$; 3; 6.

2. Какие валентные орбитали атома никеля (II) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, если ион диамагнитен? Каков тип гибридизации АО комплексообразователя и структура данного иона?

1) $4s4p_x4p_y4p_z$ - sp^3 , квадрат; 2) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}$ - sp^3d , квадрат; 3) $4s4p_x4p_y4p_z$ - sp^3 , тетраэдр; 4) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y$ - dsp^2 , тетраэдр; 5) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y$ - dsp^2 , квадрат.

3. Как распределены валентные электроны комплексообразователя с конфигурацией d^6 по d -орбиталиям в низкоспиновом комплексе?

1) $d_{\xi}^4d_{\gamma}^2$; 2) $d_{\xi}^2d_{\gamma}^4$; 3) $d_{\xi}^3d_{\gamma}^3$; 4) $d_{\xi}^6d_{\gamma}^0$; 5) $d_{\xi}^0d_{\gamma}^6$.

4. Какова концентрация лиганда (моль/л) в 0,1 М растворе $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$? $K_{\text{H}}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 2,2 \cdot 10^{-13}$.
1) $5 \cdot 10^{-5}$; 2) $6,1 \cdot 10^{-4}$; 3) $6,2 \cdot 10^{-2}$; 4) $2,4 \cdot 10^{-3}$; 5) $2,2 \cdot 10^{-10}$.

5. Какое соединение образуется при растворении платины в «царской водке»?

1) PtCl_4 ; 2) $\text{H}_2[\text{PtCl}_4]$; 3) $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$; 4) PtCl_2 ; 5) PtO .

Вариант 14

1. Написать формулы и названия комплексных ионов: комплексообразователь - Zn , координационное число - 4, лиганды - NH_3 и OH .

1. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^+$	- тетрааминцинк	- ион;
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]$	- тетрагидрооксоцинк	- ион;
2. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2-}$	- тетрагидрооксоцинкат	- ион;
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]$	- тетрааминцинкат	- ион;
3. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$	- тетрааминцинкат	- ион;
$[\text{Zn}(\text{OH})_2]^{2-}$	- тетрагидрооксоцинкат	- ион;
4. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	- тетрааминцинк	- ион;
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	- тетрагидрооксоцинкат	- ион;
5. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	- гексааминцинк	- ион;
6. $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	- тетрагидрооксоцинкат	- ион.

2. Почему раствор соли состава $\text{Fe}(\text{CN})_2 \cdot 4\text{KCN}$ не показывает реакции на ионы Fe^{2+} и CN^- ?

- 1) Вследствие малой диссоциации солей $\text{Fe}(\text{CN})_2$ и KCN .
- 2) Вследствие устойчивости внутренней сферы комплексного соединения $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
- 3) В результате полного гидролиза этой соли.
- 4) Вследствие неустойчивости данных ионов в растворе.
- 5) В результате образования устойчивого комплексного соединения $\text{K}_3\text{Fe}[\text{K}(\text{CN})_6]$.

3. Каков тип гибридизации АО атома серебра (I) в ионе

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ и какова структура этого иона?

- 1) sp^2 – треугольная; 2) dsp^2 – квадратная; 3) sp – линейная; 4) sp^3 – тетраэдрическая; 5) sp^3d^2 – октаэдрическая.

4. Сколько молей KCN должно содержаться в 1 л 0,01 М раствора $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$, чтобы концентрация Ni^{2+} составляла 10^{-12} моль/л? $K_{\text{H}}[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} = 1,1 \cdot 10^{-31}$.

- 1) $2,4 \cdot 10^{-4}$; 2) $5,8 \cdot 10^{-6}$; 3) $3,2 \cdot 10^{-8}$; 4) 0,5; 5) $1,5 \cdot 10^{-10}$.

5. Как можно разрушить комплексное соединение $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$?

- 1) прибавить кислоту; 2) добавить NH_3 ; 3) Na_2S связать ионы цинка в труднорастворимый ZnS ; 4) использовать все приведенные способы; 5) использовать способы 1 и 3.

Вариант 15

1. Какова координационная формула комплексного неэлектролита триамминтрихлорокобальта (III)?

- 1) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$; 2) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$; 3) $[\text{CoCl}_3] \cdot 3\text{NH}_3$;
4) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_2]\text{Cl}$; 5) $[\text{Co}(\text{NH}_3)\text{Cl}]\text{Cl}_2$.

2. Какие из приведенных соединений являются двойными солями, если константы нестойкости соответственно равны:

$[\text{ZnCl}_4]^{2-} \cdot 33$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \cdot 3,5 \cdot 10^{-10}$; $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{4-} \cdot 1,3 \cdot 10^{-17}$?

- 1) $[\text{ZnCl}_4]^{2-}$; 2) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; 3) все соли; 4) двойных солей нет; 5) $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{4-}$.

3. Какие валентные орбитали атома кобальта (II) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{CoBr}_4]^{2-}$? Каков тип гибридизации АО атома кобальта и какова пространственная структура иона $[\text{CoBr}_4]^{2-}$?

- 1) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y$; dsp^2 , квадрат;
2) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z$; d^2sp^3 , октаэдр; 3) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 , квадрат; 4) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}$; sp^2d , квадрат; 5) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 , тетраэдр.

4. При какой концентрации Br^- -ионов (моль/л) начнется выпадение осадка AgBr из 0,1 М раствора $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$, содержащем избыток 1 моль/л аммиака? $K_{\text{H}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,0 \cdot 10^{-8}$; $\text{PP}_{\text{AgBr}} = 6 \cdot 10^{-13}$.

- 1) 10^{-2} ; 2) $5 \cdot 10^{-8}$; 3) $6 \cdot 10^{-3}$; 4) 10^{-4} ; 5) $2 \cdot 10^{-10}$.

5. Как можно из нитрита серебра (I) получить нитрат диаминсеребра (I)?

- 1) в присутствии сильного окислителя; 2) прибавляя избыток азотной кислоты; 3) в присутствии избытка аммиака; 4) в присутствии сильного восстановителя; 5) получить пельзю.

Вариант 16

1. Чему равно координационное число атома кобальта (II) и число σ -связей в тетрабромкобальтате (II) калия?

- 1) 4 и 2; 2) 2 и 4; 3) 2 и 2; 4) 6 и 4; 5) 4 и 4.

2. Сколько молей AgNO_3 требуется, чтобы осадить Cl^- ионы из 1 моля $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$?

- 1) 2; 2) 4; 3) 3; 4) 5; 5) 6.

3. Какова пространственная структура иона $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$?

- 1) квадратная; 2) квадратная пирамидальная; 3) ромбическая; 4) тетраэдрическая; 5) октаэдрическая.

4. Какие из приведенных комплексных ионов: 1- $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$; 2- $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^{2-}$; 3- $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ - являются диамагнитными?

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) все три; 5) нет ни одного.

5. Изменение энергии Гиббса для процесса $[\text{Cu}(\text{CN})_2] \leftrightarrow \text{Cu}^+ + 2\text{CN}^-$ при 298 К равно 137 кДж/моль. Вычислите K_{H} этого комплекса. 1) $2 \cdot 10^{-11}$; 2) 10^{-24} ; 3) 10^{-12} ; 4) $4 \cdot 10^{-10}$; 5) $2 \cdot 10^{-8}$.

Вариант 17

1. Составить формулу ацидокомплексов ванадия (III) с ионами: NCS^- ; CO_3^{2-} (координационное число – шесть).

- $[\text{V}(\text{CO}_3)_2]$, $[\text{V}(\text{NCS})_4]$; 2. $[\text{V}(\text{CO}_3)_6]^{9-}$, $[\text{V}(\text{NCS})_6]^{3-}$;
- $[\text{V}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$, $[\text{V}(\text{NCS})_3]$; 4. $[\text{V}(\text{NCS})_6]^{3-}$, $[\text{V}(\text{CO}_3)_3]^{3-}$;
- $[\text{V}(\text{CO}_3)_4]^{5-}$, $[\text{V}(\text{NCS})_4]$.

2. При действии уксусной кислоты на раствор соли состава $\text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot 4\text{NH}_3$ выявлено, что только один нитрит-ион разрушается с выделением оксидов азота. Измерение электрической проводимости показало, что соль распадается на два иона. Какова координационная формула этой соли?

- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_2)_3$; 2. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_2)_2]\text{NO}_2$;
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{NO}_2)_3]$; 4. $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3] \cdot 4\text{NH}_3$;
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3] \cdot \text{NH}_3$.

3. Какие валентные орбитали атома меди (I) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$? Каков тип гибридизации валентных орбиталей атома меди (I) и какова пространственная структура иона?

- $3d_{x^2-y^2}4s4p_x$; dsp , квадрат; 2) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 , тетраэдр;
- $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y$; dsp^2 , квадрат; 4) $3d_{x^2-y^2}4s$; ds , линейная;
- $4s4p_x$; sp , линейная.

4. Какие из перечисленных комплексов являются парамагнитными: I – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$, II – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, III – $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$?

- I; 2) II; 3) III; 4) I, II; 5) все три.

5. При какой концентрации S^{2-} (моль/л) начинается выпадение осадка CdS из 0,05 М раствора $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$, содержащего 0,1 моля KCN в 1 л раствора? Степень диссоциации KCN принять равной 1. $\text{PP}_{\text{CdS}} = 7,9 \cdot 10^{-27}$; $K_{\text{H}}[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = 7,8 \cdot 10^{-18}$.

- $2 \cdot 10^{-12}$; 2) $2 \cdot 10^{-8}$; 3) $4 \cdot 10^{-5}$; 4) $5 \cdot 10^{-6}$; 5) $5 \cdot 10^{-5}$.

Вариант 18

1. Каковы степени окисления и координационные числа атома хрома в следующих комплексных ионах?

I – $[\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$; II – $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{OH})_2]^{3-}$;

III – $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]^{3+}$.

- 1) I – 2, 5; II – 3, 4; III – 3, 6; 2) I – 3, 6; II – 3, 4; III – 3, 6;
- 3) I – 3, 6; II – 3, 6; III – 3, 6; 4) I – 3, 5; II – 3, 4; III – 2, 6;
- 5) I – 3, 6; II – 3, 4; III – 2, 6.

2. Степень гидролиза какой соли больше и почему:

I – CoCl_2 , II – $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$?

- I – вследствие большего поляризующего действия Co^{2+} ;
- II – вследствие большего поляризующего действия комплексного иона $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$;
- степень гидролиза близка, так как анион один и тот же;
- оба не подвергаются гидролизу, так как катионы и анионы не обладают поляризующим действием;
- оба подвергаются гидролизу в равной степени вследствие равного поляризующего действия катионов.

3. Какой из акваионов, I – $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ или II – $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, является окрашенным? Каков тип гибридизации АО комплексообразователей в данных акваионах?

- 1) I; I – d^2sp^3 ; II – d^2sp^3 ; 2) II; I – sp^3d^2 ; II – sp^3d^2 ; 3) I; II; I – sp^3 ; II – sp^3 ; 4) I; I – sp^3d^2 ; II – sp^3d^2 ; 5) I; II; I – sp^3d^2 ; II – sp^3d^2 .

4. Какова концентрация ионов Zn (в моль/л) в 0,5 л 0,005 М растворе $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$, содержащем 0,05 моль/л KCN? Степень диссоциации KCN равна 0,85; $K_{\text{H}}[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} = 1,3 \cdot 10^{-17}$.

- $3 \cdot 10^{-15}$; 2) $6 \cdot 10^{-8}$; 3) $2 \cdot 10^{-14}$; 4) $2 \cdot 10^{-8}$; 5) $7 \cdot 10^{-4}$.

5. Какая из этих двух реакций возможна и почему?

I – $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{NCS}^- \rightarrow$; II – $[\text{Fe}(\text{NCS})_6]^{3-} + \text{CN}^- \rightarrow$

- 1) обе возможны, это реакции замещения лигандов;
- 2) I, вследствие большей устойчивости цианидного комплекса;
- 3) II, из-за большей устойчивости роданидного комплекса;
- 4) обе невозможны, вследствие повышенной устойчивости и роданидного и цианидного комплексов;
- 5) II, вследствие реакции замещения лиганда и образования более устойчивого цианидного комплекса.

Вариант 19

1. Координационное число атома кобальта (III) равно 6. Каковы наиболее вероятные координационные формулы комплексных соединений состава: I – $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$, II – $\text{CoBr}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?

- 1) I - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$; II - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Br}$;
- 2) I - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$; II - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Br}_3$;
- 3) I - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$; II - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Br} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- 4) I - $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$; II - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;
- 5) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_3$; II - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2\text{Br}_3]$.

2. Какие валентные орбитали атома железа (II) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Каков тип гибридизации АО железа (II) и какова структура этого иона?

- 1) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4d_{z^2}; sp^3d^2$, октаэдр; 2) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z; d^2sp^3$, октаэдр; 3) $4s4p_x4p_y4p_z; sp^3$, тетраэдр; 4) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y; dsp^2$, квадрат; 5) $3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z; dsp^3$, октаэдр.

3. Какие из перечисленных комплексов являются парамагнитными: I – $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, II – $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$, III – $\text{K}_2[\text{Fe}(\text{NCS})_4]$? 1) I; 2) II; 3) III; 4) II; 5) все три.

4. Сколько молей аммиака должно содержаться в 1 л 0,1 М раствора $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_2$, чтобы прибавление 1,5 г хлорида калия к 1 л раствора не вызвало выпадение осадка AgCl ? $\text{PP}_{\text{AgCl}} = 1,6 \cdot 10^{-10}$, $K_{\text{II}}[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 6,2 \cdot 10^{-8}$.

- 1) 0,25; 2) 0,88; 3) 1,54; 4) 2,0; 5) 5,0.

5. Как можно HgJ_2 ($\text{PP} = 10^{-26}$) перевести в растворимое состояние?

- 1) добавить аммиак, связывая в растворимый аммиачный комплекс; 2) сплавлением с нитратами для перевода в растворимый нитрат; 3) добавить иодида калия для связывания в комплекс $[\text{HgI}_4]^{2-}$; 4) растворяя в избытке иодида с образованием комплексов со связью иод-иод; 5) перевести нельзя.

Вариант 20

1. Определите заряд комплексного иона, координационное число и степень окисления комплексообразователя в I - $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; II - $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$; III - $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$.

- 1) I - + 4, 6, 2; II - + 2, 5, 0; III - + 2, 4, 2;
- 2) I - + 2, 6, 2; II - + 2, 0, 5; III - + 4, 4, 4;
- 3) I - + 2, 6, 4; II - + 2, 5, 2; III - + 2, 2, 2;
- 4) I - - 4, 6, 4; II - 0, 6, 0; III - + 4, 2, 4;
- 5) I - - 4, 6, 2; II - 0, 5, 0; III - + 2, 4, 4.

2. Какой из комплексов более реакционноспособен и почему? I – $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, II – $[\text{Y}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$.

- 1) I, так как размер катиона меньше; 2) II, так как размер катиона больше; 3) I и II по реакционной способности близки; 4) II, т.к. σ -связи менее прочны за счет внешнеорбитальной гибридизации АО иттрия (III); 5) I, так как σ -связи более прочны за счет внутриорбитальной гибридизации АО хрома.

3. Какие валентные орбитали атома иттрия (III) принимают участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Y}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, каков тип их гибридизации?

- 1) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}; sp^3d$, тригональная бипирамида;
- 2) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z; d^2sp^3$, октаэдр;
- 3) $4d_{x^2-y^2}4d_{z^2}5s5p_x5p_y5p_z; d^2sp^3$, октаэдр;

4) $5d_{x^2-y^2}5d_{z^2}5s5p_x5p_y5p_z$; d^2sp^3 , октаэдр; 5) $5s5p_x5p_y5p_z$; sp^2 , тетраэдр.

4. Какие из приведенных комплексов являются высокоспиновыми? I – $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, II – $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$, III – $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$.

1) I; 2) II; 3) III; 4) все три; 5) I, II.

5. В каком направлении возможна следующая реакция и почему? $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} + 4\text{NH}_3 \leftrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{CN}^-$.

1) в прямом, так как ион $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ устойчивее $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; 2) в обратном, по той же причине; 3) в прямом, так как водный раствор аммиака – слабый электролит; 4) в обратном, так как цианид-ион, являющийся лигандом, меньше молекулы аммиака; 5) реакция невозможна ни в прямом, ни в обратном направлениях.

Вариант 21

1. Каковы степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях?

I – $\text{Li}[\text{AlH}_4]$; II – $\text{K}[\text{J}(\text{J})_2]$; III – $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

1) I – 3, 4; II – 0, 2; III – 3, 6; 2) I – 3, 4; II – 1, 2; III – 2, 6;
3) I – 2, 4; II – 1, 2; III – 2, 4; 4) I – 3, 6; II – 2, 2; III – 3, 6;
5) I – 3, 4; II – 0, 2; III – 2, 6.

2. Сколько геометрических изомеров имеет квадратное комплексное соединение состава $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$?

1) 0; 2) 2; 3) 3; 4) 1; 5) 4.

3. Какой тип гибридизации АО комплексообразователя и какова структура следующих ионов:

I – $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$; II – $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$?

1) I – dsp^2 – квадрат; II – d^2sp^3 – октаэдр; 2) I – sp^3 – тетраэдр; II – d^2sp^3 – октаэдр; 3) I – sp^3 – тетраэдр; II – sp^3d^2 – октаэдр; 4) I – sp^2d – квадрат; II – sp^3 – тетраэдр; 5) I – sp^3d – квадратная пирамида; II – sp^3d^2 – тетраэдр.

4. На осаждение Cl^- -ионов из раствора $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ пошло 20 мл 0,1н раствора AgNO_3 . Сколько соли (в граммах) содержалось в растворе?

1) 0,46; 2) 0,95; 3) 2,00; 4) 1,00; 5) 5,00.

5. Какая из данных реакций возможна и почему?

I – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{CN}^- \leftrightarrow [\text{Cu}(\text{CN})_2]^- + 2\text{NH}_3$,

II – $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{Cl}^- \leftrightarrow [\text{CuCl}_2]^- + 2\text{NH}_3$.

1) II, так как устойчивость хлоридного комплекса больше цианидного; 2) I, так как выделяется аммиак; 3) I, так как цианидный комплекс устойчивее аммиачного; 4) I, так как хлоридный комплекс устойчивее аммиачного; 5) обе реакции невозможны.

Вариант 22

1. Каковы координационные формулы тетраданокобальтата (II) калия и трихлорида аквапентаамминкобальтата (III)?

1) $\text{K}[\text{Co}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$;

2) $\text{K}_4[\text{Co}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_3$;

3) $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5] \cdot \text{H}_2\text{OCl}_3$; 4) $\text{K}[\text{Co}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}_3] \cdot \text{H}_2\text{O}$; 5) $\text{K}_2[\text{Co}(\text{NCS})_4]$, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_3$.

2. Какой гидроксид является более сильным и почему?

I – $\text{Ni}(\text{OH})_2$, II – $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{OH})_2$.

1) I, за счет большого поляризующего действия иона никеля (II); 2) II, за счет большого поляризующего действия комплексного иона; 3) сила гидроксидов одинакова; 4) I, за счет меньшего поляризующего действия иона никеля (II); 5) II, за счет меньшего поляризующего действия комплексного иона.

3. Каков тип гибридизации АО комплексообразователя и структура иона $[\text{Cd}(\text{OH})_6]^{4-}$?

1) d^2sp^3 - октаэдр; 2) dsp^3 - тригональная пирамида; 3) sp^3d^2 - октаэдр; 4) sp^3 - тетраэдр; 5) dsp^2 - октаэдр.

4. Какие из перечисленных акваионов являются окрашенными I – $[\text{Sc}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, II – $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, III – $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$? 1) I; 2) II; 3) III; 4) I, II; 5) II, III.

5. Какое комплексное соединение образуется по реакции: $\text{AgBr} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (избыток) \rightarrow ? Привести формулу и название этого соединения.

1) $\text{Ag}[\text{Na}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ - дитиосульфатонат серебра (I);
2) $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]\text{Br}$ - бромид дитиосульфатосеребра (I);
3) $\text{Na}[\text{AgBr}_2]$ - дибромаргентат (I) натрия; 4) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ - дитиосульфатаргентат (I) натрия; 5) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ - дитиосульфат серебра – натрия.

Вариант 23

1. При действии на раствор $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ нитратом серебра (I) осадок не выпадает. Какова координационная формула и название комплексного соединения?

1) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$ - дихлорид диаминплатины (II);
2) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}]\text{Cl}$ - хлорид хлородиаминплатины (II)
3) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ - дихлородиаминплатина (II)
4) $[\text{PtCl}_2] \cdot 2\text{NH}_3$ - аммиакат дихлороплатины (II)
5) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_2] \cdot \text{NH}_3$ - дихлородиаминплатина (II)

2. К какому типу изомера относятся соединения кобальта $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$?

1) геометрическому; 2) ионизационному; 3) гидратному;
4) координационному; 5) ионизационному и гидратному.

3. Какие валентные орбитали атома железа (III) принимают

участие в образовании σ -связей в ионе $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3+}$? Каковы тип гибридизации АО атома железа (III) и структура данного иона?

1) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4dz^2$; sp^3d^2 , октаэдр;
2) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z$; d^2sp^3 , октаэдр;
3) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 , тетраэдр;
4) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y4p_z$; dsp^2 , квадрат;
5) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y4p_z$; dsp^3 , тригональная бипирамида.

4. Почему соединения золота (I) не окрашены, а соединения золота (III) окрашены?

1) из-за большего поляризующего действия иона золота (I);
2) из-за большего поляризующего действия иона золота (III);
3) вследствие присутствия в структуре иона золота (III) неспаренных электронов;
4) вследствие отсутствия неспаренных электронов в структуре иона золота (I);
5) вследствие возможности при поглощении света перехода электронов между d_x и d_y подуровнями для иона золота (III).

5. Степень диссоциации комплексного иона в 0,01 М растворе $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ равна $1,2 \cdot 10^{-5}$.

Каковы концентрация (моль/л) ионов Hg^{2+} и константа нестойкости комплексного иона?

1) $1,2 \cdot 10^{-7}$; $6,4 \cdot 10^{-31}$; 2) $5 \cdot 10^{-4}$; $7 \cdot 10^{-18}$; 3) $2 \cdot 10^{-3}$; $6,6 \cdot 10^{-31}$;
4) $3 \cdot 10^{-5}$; $5,6 \cdot 10^{-28}$; 5) $4 \cdot 10^{-10}$; $6,6 \cdot 10^{-51}$.

Вариант 24

1. Каковы степень окисления комплексообразователей в следующих комплексных соединениях: I – $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$, II – $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$, III – $\text{K}_4[\text{Mo}(\text{CN})_8]$?

1) I – 2; II – 1; III – 6; 2) I – 1; II – 1; III – 6;
3) I – 2; II – 0; III – 4; 4) I – 1; II – 1; III – 4;
5) I – 1; II – 1; III – 4; 6) I – 1; II – 0; III – 4.

2. К какому типу изомерии относятся комплексные соединения $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{CN})_6]$ и $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$?

- 1) гидратному;
- 2) координационному;
- 3) ионизационному;
- 4) геометрическому;
- 5) ко всем вышеперечисленным.

3. Какие валентные орбитали участвуют в образовании σ -связей в ионе гексаамминиридия (III) и какова его структура?

- | | | |
|---|-----------|-------------------------|
| 1. $6s6p_x6p_y6p_z6d_{x^2-y^2}6dz_2$ | sp^3d^2 | октаэдр |
| 2. $6s6p_x6p_y6p_z$ | sp^3 | тетраэдр |
| 3. $6d_{x^2-y^2}6s6p_x6p_y6p_z$ | dsp^3 | тригональная бипирамида |
| 4. $5d_{x^2-y^2}5d_{z^2}6s6p_x6p_y6p_z$ | d^2sp^3 | октаэдр |
| 5. $5d_{x^2-y^2}6s6p_x6p_y$ | dsp^2 | квадрат |

4. Какова концентрация (моль/л) ионов кадмия в 0,1 М раствора $\text{K}_2[\text{CdJ}_4]$, содержащем, кроме того, 0,1 моль/л KJ ? Степень диссоциации KJ принять равной 1; $K_{\text{II}} [\text{CdJ}_4]^{2-} = 7,94 \cdot 10^{-7}$.

- 1) $8,1 \cdot 10^{-3}$;
- 2) $7,94 \cdot 10^{-4}$;
- 3) $5,6 \cdot 10^{-8}$;
- 4) $7,94 \cdot 10^{-6}$;
- 5) $6,8 \cdot 10^{-4}$.

5. Какое соединение является продуктом реакции $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3$ (избыток) \rightarrow ? Каково его номенклатурное название?

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. $[\text{Cu}(\text{OH})_4] \cdot 4\text{NH}_3$ | аммиакат тетрагидроксомеди (II) |
| 2. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]$ | дигидроксодиамин медь (II) |
| 3. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ | дигидроксидтетрааммин меди (II) |
| 4. $(\text{NH}_4)_2\text{CuO}_2$ | купрат (II) аммония |
| 5. $(\text{NH}_4)_2[\text{Cu}(\text{OH})_4]$ | тетрагидроксокупрат (II) аммония |

Вариант 25

1. Чему равно координационное число и число σ -связей комплексообразователя в: I - тетрахлороникелиате (II) натрия, II - хлориде диаминсеребра (I)?

- 1) I - 2,4; II - 1,2;
- 2) I - 4,2; II - 2,2;
- 3) I - 4,4; II - 2,2;
- 4) I - 4,4; II - 1,2;
- 5) I - 2,4; II - 2,2.

2. Устойчивость комплексных ионов уменьшается в ряду $[\text{AlF}_4]^- - [\text{AlCl}_4]^- - [\text{AlBr}_4]^- - [\text{AlI}_4]^-$. Чем это обусловлено?

- 1) уменьшением σ - и π -донорской активности лиганда;
- 2) уменьшением размера лиганда;
- 3) увеличением размера лиганда;
- 4) увеличением σ и π -донорской активности лиганда;
- 5) совместными причинами 3,4.

3. Какие валентные орбитали атома хрома (III) принимают участие в образовании σ -связей $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$? Каковы тип гибридизации и структура данного иона?

- 1) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4dz_2$; sp^3d^2 , октаэдр;
- 2) $3d_{x^2-y^2}3d_{z^2}4s4p_x4p_y4p_z$; d^2sp^3 , октаэдр;
- 3) $4s4p_x4p_y4p_z$; sp^3 , тетраэдр;
- 4) $3d_{x^2-y^2}4s4p_x4p_y$; dsp^2 , квадрат;
- 5) $4s4p_x4p_y4p_z4d_{x^2-y^2}4dz_2$; d^2sp^3 , октаэдр.

4. Какова концентрация ионов кадмия в 0,1 М растворе $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$, содержащем, кроме того, 6,5 г/л KCN ? Степень диссоциации KCN принять равной 1. $K_{\text{II}} [\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = 7,8 \cdot 10^{-18}$.

- 1) $5,7 \cdot 10^{-6}$;
- 2) $7,7 \cdot 10^{-5}$;
- 3) $6,5 \cdot 10^{-10}$;
- 4) $7,8 \cdot 10^{-15}$;
- 5) $8,2 \cdot 10^{-3}$.

5. Какое комплексное соединение образуется при реакции обмена между гексацианоферратом (II) калия и сульфатом меди(II)? Каково номенклатурное название этого соединения?

1. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{SO}_4)_3]$ - трисульфатоферрат (II) калия;
2. $\text{K}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$ - тетрацианокупрат (II) калия;
3. $\text{K}_2\text{Fe}[\text{Cu}(\text{CN})_6]$ - гексацианокупрат (II) железо-калия;
4. Цианид меди (II) и сульфат железа (II);
5. $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ - гексацианоферрат (II) меди(II).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

1. Реакции образования комплексных соединений

Опыт 1. Образование аквакомплексов

а) Меди (II). Несколько кристаллов безводного CuSO_4 растворите в воде. Как изменяется цвет соли при растворении? Запишите реакцию в молекулярной и ионной формах и название полученного комплекса (к.ч.=6).

б) Кобальта (II). Растворите несколько кристаллов безводного хлорида кобальта (II) в небольшом избытке воды. Отметьте окраску безводной соли и ее раствора в воде. Что происходит при растворении соли? Запишите реакцию в молекулярной и ионной формах и название полученного комплекса (к.ч.=6).

в) Железа (II). Растворите несколько кристаллов соли Мора в воде. Обратите внимание на цвет соли и ее раствора. Запишите формулу и название полученного аквакомплекса железа (II) (к.ч. = 6). К какому классу соединений относится соль Мора, брутто-формула которой $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$? Поскольку известно, что соединения железа (II) легко окисляются на воздухе до соединения железа (III), поясните, какие соединения железа (II) будут наиболее устойчивы к окислению?

г) Железа (III). Налейте несколько капель концентрированного раствора хлорида железа (III). Разбавьте его водой. Отметьте окраску раствора. Добавьте к разбавленному раствору несколько капель концентрированной соляной кислоты. Изменился ли цвет раствора? Что происходит? Запишите уравнения реакции, учитывая, что при гидролизе солей железа (III) образуются смешанные аква-гидроксикомплексы (к.ч.=6).

Какие реакции в водных растворах соединений меди (II), кобальта (II), железа (II) и железа (III) соответственно также сопровождаются образованием аквакомплексов?

Запишите возможные реакции в молекулярной и ионной формах.

Опыт 2. Образование гидроксо- и аквакомплексов

а) Цинка. Налить 2-3 мл раствора соли цинка и прибавить раствор щелочи до образования осадка гидроксида. Разделить образовавшийся осадок на 2 пробирки и в одной из них осадок растворить в избытке щелочи, в другой – в избытке кислоты (2н HCl).

Запишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах и названия полученных комплексных соединений цинка (к.ч. = 4).

б) Алюминия. Прделайте опыт, аналогичный опыту 2 а, используя соль алюминия. Запишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах и названия полученных комплексных соединений (к.ч. = 6).

в) Хрома (III). Используйте раствор сульфата хрома (III) для получения аква- и гидроксокомплексов. К нескольким мл раствора данной соли прибавьте по каплям концентрированный раствор щелочи до образования осадка гидроксида. Разделите осадок на две пробирки и испытайте его отношение к избытку щелочи и кислоты (2н H_2SO_4). Составьте уравнения реакций в молекулярной и ионной формах, и назовите полученные комплексные соединения (к.ч. = 6). Отметьте цвет полученных соединений. Изменится ли цвет растворов, если использовать не сульфат, а хлорид хрома (III), не серную, а соляную кислоту?

г) Олова (II). К нескольким мл раствора соли олова (II) прибавьте несколько мл концентрированной щелочи до образования осадка гидроксида. Осадок разделите на две пробирки, к одной из которых добавьте избыток раствора щелочи, к другой – кислоты (2н HCl). Что наблюдается? Запишите уравнения реакции в молекулярной и ионной формах, назовите полученные комплексные соединения (к.ч. = 4).

Вопросы к опыту 2. Какие свойства полученных гидроксидов описывает данный опыт? Запишите равновесно-

сосуществующие при изменении рН среды формы Zn (II), Al(III) и Cr (III) соответственно.

Опыт 3. Образование амминкомплексов

а) Меди (II). К разбавленному раствору CuSO_4 по каплям прилейте концентрированный раствор аммиака до образования осадка основной соли. Затем прилейте небольшой избыток раствора аммиака. Отметьте цвет осадка и образовавшегося раствора.

Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, если в результате $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ переходит в $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$. Почему введение пятой и шестой молекул аммиака в акваамминкомплексе меди (II) затруднено?

б) Кобальта(II). К раствору хлорида кобальта (II) прибавьте несколько мл насыщенного раствора NH_4Cl и по каплям концентрированного раствора аммиака до образования интенсивно окрашенного раствора. Отметьте цвет раствора и запишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах (к.ч. = 6). Для чего необходимо присутствие избытка хлорида аммония? Дайте раствору амминкомплекса кобальта (II) немного постоять на воздухе. Что произошло? Почему низкоспиновые комплексы $\text{Co}(\text{III})$ с октаэдрической структурой устойчивее аналогичных комплексов $\text{Co}(\text{II})$?

в) Никеля (II). К нескольким мл раствора соли никеля (II) добавьте по каплям концентрированный раствор аммиака до образования осадка гидроксида. Прилейте избыток раствора аммиака до полного растворения осадка с образованием амминкомплекса никеля (II) (к.ч. = 6).

Запишите уравнения реакции в молекулярной и ионной формах, назовите полученное комплексное соединение. Какое основание является более сильным электролитом: гидроксид никеля (II) или гидроксид комплексного иона?

г) Цинка. К раствору цинка добавьте по каплям раствор концентрированного аммиака до образования осадка основной

соли. К осадку прилейте избыток раствора аммиака до полного его растворения. Вследствие чего произошло растворение осадка? Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах. Назовите полученное комплексное соединение (к.ч. = 4). Какое основание является более сильным электролитом: гидроксид цинка или гидроксид комплексного иона $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$?

Опыт 4. Образование ацидокомплексов

а) Меди (II). Несколько кристалликов безводного CuSO_4 растворите в воде. Каков цвет образованного при этом аквакомплекса? (к.ч. = 6). Добавьте в раствор кристаллы хлорида натрия до изменения окраски раствора за счет образования хлоридного комплекса меди (II) (к.ч. = 4). Разбавьте полученный раствор водой. Что наблюдается?

Запишите уравнения возможных реакций в молекулярной и ионной формах, назовите полученный хлоридный комплекс меди (II).

б) Кобальта (II) К нескольким мл раствора хлорида кобальта (II) прилейте несколько мл насыщенного раствора роданида аммония NH_4NCS . Отметьте цвет раствора полученного комплексного соединения (к.ч. = 4).

Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, назовите полученный роданидный комплекс кобальта (II). Разбавьте раствор полученного комплекса водой. Что происходит?

в) Висмута (III). К нескольким мл соли висмута (III) добавьте по каплям насыщенный раствор иодида калия до образования осадка иодида висмута (III). Затем прилейте избыток раствора KJ до полного растворения осадка. Почему осадок растворился? Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах. Назовите полученное комплексное соединение (к.ч. = 4).

г) Железа (III). К раствору соли железа (III) прилейте равный

объем насыщенного раствора роданида аммония (или калия) до образования интенсивно окрашенного раствора. Какое комплексное соединение образуется? Где эта реакция находит применение? Запишите уравнения реакции в молекулярной и ионной формах, назовите комплексное соединение железа (III) (к.ч. = 4).

II. Гидратная изомерия комплексных соединений

Опыт 5

а) Растворите в пробирке несколько кристаллов $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ и осторожно нагрейте. Наблюдайте изменение цвета раствора. Объясните происходящее, если к.ч. кобальта (II) равно 6.

б) В пробирке растворите несколько кристаллов $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ до получения раствора фиолетовой окраски. Что происходит? Объясните наблюдаемое, учитывая, что к.ч. хрома (III) равно 6.

III. Сравнительная устойчивость комплексных соединений

Опыт 6

а) Растворите несколько кристаллов безводного CuSO_4 в небольшом объеме воды. К полученному аквакомплексу меди (II) (к.ч. = 6) прибавьте железных стружек или опустите в раствор железный гвоздь. Отметьте образование порошка меди красного цвета. Во второй пробирке получите аквааминокомплекс меди (II), как это описано в опыте 3а, затем прибавьте к этому раствору железных стружек или опустите в него железный гвоздь. Будет ли в этом случае выделяться медь? Почему? Добавьте к первому (к аквакомплексу) и ко второму (к аквааминокомплексу) растворам несколько мл насыщенного хлорида бария, что наблюдается? Что можно сказать об устойчивости этих комплексных соединений?

Запишите уравнения возможных реакций в молекулярной и молекулярной и ионной формах.

б) В одну пробирку налейте несколько мл раствора хлорида железа (III), в котором существуют аквакомплексы железа (III) (к.ч. = 6), во вторую – такой же объем красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. В обе пробирки добавьте по несколько мл насыщенного раствора роданида аммония (или калия). Что наблюдается? В какой пробирке произошла реакция с образованием роданидного комплекса (к.ч. = 4), почему?

Запишите уравнение возможных реакций в молекулярной и ионной формах, назовите комплексные соединения $\text{K}_n \text{Fe}(\text{SCN})_4 = 3,4 \cdot 10^{-4}$.

IV. Реакции обмена с участием комплексных соединений

Опыт 7

а) К 2-3 мл раствора сульфата меди (II) прибавьте 2-3 мл раствора желтой кровяной соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдайте образование осадка, отметьте его цвет.

Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, назовите полученное комплексное соединение.

б) К 2-3 мл раствора соли Мора прилейте равный объем красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдайте образование осадка, отметьте его цвет.

Запишите уравнение в молекулярной и ионной формах, приведите для полученного комплексного соединения номенклатурное и тривиальное названия. Где находит применение данная реакция?

в) К 2-3 мл раствора хлорида железа (III) прибавьте равный объем раствора желтой кровяной соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Наблюдайте образование осадка, отметьте его цвет. Где находит применение данная реакция?

Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, приведите номенклатурное и тривиальное названия

полученного комплексного соединения (к.ч. = 4).

V. Окислительно-восстановительные реакции с участием комплексных соединений

Опыт 8

а) К 2-3 мл подкисленного раствора перманганата калия прибавить равный объем желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$. Что происходит? Запишите уравнение реакций в молекулярной и ионной формах, составьте уравнение электронного баланса.

б) К 2-3 мл подкисленного раствора желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$ налейте несколько мл раствора пероксида водорода. Какой из реагентов будет окислителем? Как доказать, что реакция произошла?

Запишите уравнение реакций в молекулярной и ионной формах, составьте уравнения электронного баланса.

в) В пробирку внесите несколько капель раствора иодида калия, несколько капель соляной кислоты. Добавьте несколько капель раствора красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$. Какой из реагентов будет окислителем? Добавьте раствор крахмала и убедитесь в выделении иода.

Запишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах, составьте уравнение электронного баланса.

VI. Реакции разрушения комплексных ионов

Опыт 9

а) К нескольким мл раствора хлорида кобальта (II) добавьте концентрированной соляной кислоты до изменения окраски раствора, затем разбавьте раствор водой. Объясните наблюдаемое, запишите уравнение реакций в молекулярной и ионной формах, назовите полученное комплексное соединение, учитывая, что к.ч. $Co(II)$ в аквакомплексах 6, в хлоридных 4. Ответьте на вопрос опыта 9.

б) Получите роданидный комплекс кобальта (II), прибавляя к

нескольким мл раствора соли кобальта (II) роданида аммония или калия до изменения окраски раствора полученному раствору концентрированный раствор хлорида железа (III). Что наблюдается?

Запишите уравнение реакций в молекулярной и ионной формах, если произошла замена комплексообразователя без изменения структуры комплекса. Объясните сдвиг равновесия реакции в сторону роданидного комплекса железа (III), исходя из значений констант нестойкости. Ответьте на вопрос к опыту 9.

в) Получите акваамминкомплекс меди (II), как указано в опыте 3а. Разделите раствор на две части. Добавьте к одной части полученного раствора несколько мл насыщенного раствора $(NH_4)_2S$. Что наблюдается?

Запишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах, учитывая, что происходит разрушение комплекса с образованием CuS . Объясните наблюдаемое, исходя из $K_{\text{н}}$ амминкомплекса меди (II) и ПР сульфида меди (II). Ко второй части раствора акваамминкомплекса меди (II) добавьте несколько мл концентрированной азотной кислоты. Объясните наблюдаемое, запишите уравнение в молекулярной и ионной формах. Ответьте на вопрос к опыту 9.

Вопрос к опыту 9. Какой способ разрушения комплексного соединения был использован в вашем опыте? Какие еще способы разрушения комплексных соединений вам известны?

VII. Спектры поглощения комплексов

Опыт 10 С помощью спектрометра СФ-46 измерьте оптическую плотность раствора комплекса (по заданию преподавателя) в видимой области спектра. Постройте график зависимости оптической плотности от длины волны, определите максимум оптической плотности и рассчитайте параметр расщепления комплекса Δ .

Энергия поглощаемого кванта света E равна энергии (параметр) расщепления Δ . В расчете на 1 моль вещества, поглощающего свет, справедливо соотношение

$$\Delta = E N_a = h \nu N_a = h c N_a / \lambda,$$

где $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж.с – постоянная Планка;

$c = 3,08 \cdot 10^8$ м/с – скорость света;

λ – длина волны поглощаемого света, соответствующая максимуму поглощения, м;

ν – частота излучения, с^{-1} ;

$N_a = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$ – постоянная Авогадро.

Приложение

Таблица 1

Общие константы нестойкости комплексных ионов

Комплексный ион	$K_{н}$	Комплексный ион	$K_{н}$
$\text{Fe}(\text{NCS})_4^-$	$3,4 \cdot 10^{-4}$	$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$	$5,9 \cdot 10^{-8}$
FeF_6^{3-}	$7,9 \cdot 10^{-17}$	$\text{Ag}(\text{CN})_2^-$	$8,0 \cdot 10^{-22}$
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-44}$	AgCl_2^-	$1,8 \cdot 10^{-5}$
$\text{Co}(\text{NCS})_4^{2-}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+}$	$3,5 \cdot 10^{-10}$
$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	$7,8 \cdot 10^{-6}$	$\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$	$3,6 \cdot 10^{-16}$
$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$	$6,2 \cdot 10^{-36}$	$\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-}$	$1,3 \cdot 10^{-17}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$	$9,3 \cdot 10^{-13}$	$\text{Hg}(\text{CN})_4^{2-}$	$4,0 \cdot 10^{-12}$
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	HgCl_4^{2-}	$6,0 \cdot 10^{-17}$
$\text{Cu}(\text{CN})_2^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$	HgBr_4^{2-}	$2,0 \cdot 10^{-22}$
CuCl_2	$4,5 \cdot 10^{-6}$	HgI_4^{2-}	$5,0 \cdot 10^{-31}$
		$[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$5,3 \cdot 10^{-20}$

Таблица 2

Стандартные окислительно-восстановительные потенциалы комплексных ионов

Комплексный ион	$E_{298}^0, \text{В}$
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + e \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	0,36
$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+} + e \rightarrow \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	0,10

Спектрохимический ряд лигандов

$\text{CO}, \text{CN}^- > \text{NO}_2^- > \text{NH}_3 > \text{NCS}^- > \text{H}_2\text{O} > \text{OH}^- > \text{F}^- > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$

Ряд σ, π -взаимодействия лигандов

$\text{CO}, \text{CN}^-, \text{NO}_2^- > \text{NH}_3 > \text{NCS}^- > \text{H}_2\text{O} > \text{OH}^- > \text{F}^- > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^-$

σ, π -доноры

σ -доноры

σ, π -доноры

σ, π -доноры

слабые π -акцепторы

Таблица 3
Произведение растворимости некоторых малорастворимых веществ

AgCl	$1,6 \cdot 10^{-10}$
AgBr	$6,0 \cdot 10^{-13}$
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$
CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$
ZnS	$1,6 \cdot 10^{-24}$