

Лабораторная работа 3 "Комплексные соединения"

Задание к лабораторной работе 3 "Комплексные соединения"

1. Законспектируйте экспериментальную часть лабораторной работы.

1. **Название лабораторной работы.**

2. **Цель работы.**

3. **Экспериментальная часть:**

- Напишите номер и название опыта;
- Опишите порядок и условия проведения опыта (количество капель, концентрация растворов кислот или щелочи, нагревание и т.д.);
- Приведите уравнения **всех** химических реакций **в каждом опыте**;

2. Проведите эксперимент и напишите отчет.

- Опишите наблюдения, то есть, те изменения, которые происходили в ходе эксперимента;
- Сделайте вывод по каждому опыту.

3. Сделайте общий вывод по лабораторной работе.

Суммарный рейтинг за лабораторную работу составляет 1 балл.

Самостоятельная и аудиторная работа студента оценивается суммарно в 0,5 балла.

Критерии оценки конспекта-отчета к лабораторной работе:

- полнота описания **всех опытов**; (20% от max балла)
- наличие **всех необходимых уравнений** (записанных правильно!), описывающих процессы в каждом опыте;(20% от max балла)
- наличие описания наблюдений для опытов, проведенных на лабораторной работе;(20% от max балла)
- наличие промежуточных выводов к опытам;(20% от max балла)
- наличие общего вывода к работе, отражающего суть лабораторной работы. (20% от max балла)

Кроме того оценивается активность работы студента в аудитории.

Обязательное требование: каждый студент подгруппы должен принимать участие в практической части работы (опыта). В случае невыполнения данного требования, аудиторная работа студента, не участвовавшего в проведении опытов, оценивается в 0 (ноль) баллов.

(теоретическая часть)"

Введение

Цель работы: научиться получать комплексные соединения, изучить их свойства и прочность комплексных соединений.

Приборы и реактивы: штатив для пробирок, пробирки, дистиллированная вода, разбавленные растворы серной кислоты H_2SO_4 , гидроксида натрия $NaOH$, гидроксида аммония NH_4OH , иодида калия KI , нитрата ртути (II) $Hg(NO_3)_2$, нитрата серебра $AgNO_3$, сульфата меди (II) $CuSO_4$, гексацианоферрата (II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$, перманганата калия $KMnO_4$, сульфата никеля (II) $NiSO_4$.

Состав комплексных соединений

А. Теоретическая часть

Соединения, имеющие в своём составе комплексные ионы, относятся к *комплексным (координационным) соединениям*. Слово «комплекс» означает совокупность предметов, составляющих одно целое. *Центральный атом* – это атом, к которому присоединено определённое количество молекул или ионов (атомы водорода). *Лиганд* – молекула или ион, присоединяющаяся к центральному атому комплексного иона. Рассмотрим образование комплексного иона. Лиганд обладает неподелённой электронной парой, которая образует донорно-акцепторную ковалентную связь с центральным атомом. Центральный атом и лиганды образуют *внутреннюю сферу* – комплексный ион, при написании формул его обычно заключают в квадратные скобки. Молекулы или ионы, окружающие комплексный ион, составляют *внешнюю сферу*. Лиганды различаются по размеру, поэтому их число является переменным. Число лигандов называется *координационным числом*. В качестве лигандов могут выступать ионы и молекулы.

Структура комплексного соединения подобна строению грецкого ореха: ядро окружено двумя оболочками – внутренней и внешней сферами. Ядро – это центральный атом, комплексообразователь, который вместе с лигандами образует внутреннюю сферу комплекса. Внешнюю сферу образуют частицы, нейтрализующие заряд внутренней сферы.

Рассмотрим типичный состав комплексных соединений на примере $[Cu(NH_3)_4]SO_4$. Частица $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ называется комплексным ионом (другие названия: комплекс, внутренняя сфера), а SO_4^{2-} – внешней сферой. Катион Cu^{2+} в комплексе называется комплексообразователем, а молекулы NH_3 лигандами. Число лигандов, равное в этом соединении четырем, называется координационным числом комплексообразователя. Комплексообразователями являются главным образом катионы металлов, а лигандами – полярные молекулы (NH_3 , H_2O) или анионы– кислотные остатки

(F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻, CN⁻, NO₂⁻, SCN⁻), а также гидроксид-ион OH⁻.
Координационное число чаще всего равно 6, 4 или 2.

Классификация комплексных соединений

Классификация комплексных соединений производится по характеру заряда комплексного иона: *катионные* комплексы образуются, если вокруг катиона координируются нейтральные молекулы ([Zn(NH₃)₄]Cl₂, [Pt(NH₃)₆]Cl₄); *анионные* комплексы получаются, если вокруг катиона координируются анионы (Na[Al(OH)₄], K₂[BeF₄]); *нейтральные* комплексы возникают, если вокруг атома координируются молекулы или вокруг катиона – анионы или молекулы ([Cr(C₆H₆)₂]). В отличие от катионных и анионных комплексов у нейтральных отсутствует внешняя сфера.

Классификация лигандов определяется числом валентностей комплексообразователя, которые насыщает данный лиганд. Лиганды, занимающие во внутренней сфере одно место, называются *монодентатными* (Cl⁻, OH⁻, NH₃, H₂O).

К *бидентатным* лигандам, занимающим два места, относится этилендиамин NH₂-CH₂-CH₂-NH₂. Могут существовать и полидентатные лиганды. Кроме того, по характеру заряда лиганды бывают: *анионные и нейтральные*.

Лиганды часто носят свои названия, употребляемые только в химии комплексных соединений, например: H₂O – «аква», NH₃ – «аммин», Cl⁻ – «хлоро», OH⁻ – «гидроксо», F⁻ – «фторо».

Чтобы назвать комплексное соединение, первым указывают анион (в именительном падеже), затем – катион (в родительном), независимо от того, какой из этих ионов комплексный. Например, [Zn(NH₃)₄]Cl₂ – хлорид тетраамминцинка, K₃[Fe(CN)₆] – гексацианоферрат(III) калия, K₄[Fe(CN)₆] – гексацианоферрат(II) калия, [Cu(NH₃)₄](OH)₂ – гидроксид тетраамминмеди (II), [Cr(H₂O)₆]Cl₃ – хлорид гексааквахрома(III).

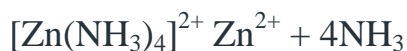
Диссоциация комплексных соединений

Процесс диссоциации комплексных соединений идёт в две стадии:

1 стадия – по типу сильных электролитов:



2 стадия – по типу слабых электролитов:



Количественной характеристикой устойчивости комплексных соединений служит константа нестойкости.

Комплексные соединения широко применяются в природе и в технике. Некоторые соединения, в частности, $K_3[Fe(CN)_6]$ и $K_4[Fe(CN)_6]$, используют в качестве важных аналитических реагентов для распознавания катионов Fe^{2+} и Fe^{3+} . Качественная реакция на Fe^{2+} :

$2K_3[Fe(CN)_6] + 3FeCl_2 \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2 + 6KCl$. Образуется тёмно-синий осадок берлинской лазури, применяющейся в качестве красителя.

Качественная реакция на Fe^{3+} :

$3K_4[Fe(CN)_6] + 4FeCl_3 \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$. Образуется тёмно-синий осадок турнбулевой сини, также применяющейся в качестве красителя.

(экспериментальная часть)

Опыт 1. Анионные комплексы

В две пробирки внести по 2-3 капли раствора нитрата ртути (II). Одну пробирку оставить в качестве контрольной, а в другую добавить раствор иодида калия до полного растворения образующегося вначале оранжевого осадка иодида ртути (II). Испытать растворы в обеих пробирках на присутствие ионов Hg^{2+} , добавив в каждую пробирку по 2 капли раствора гидроксида натрия. Написать уравнения реакций образования иодида ртути (II), взаимодействия иодида ртути (II) с избытком иодида калия (координационное число иона Hg^{2+} равно четырем). Из какого раствора выпадает желтый осадок оксида ртути (II)? Почему во второй пробирке при действии щелочи осадок не выпадает? Написать уравнения электролитической диссоциации нитрата ртути (II) и полученной комплексной соли тетраиодомеркуриата калия $K_2[HgJ_4]$.

Опыт 2. Катионные комплексы

В пробирку внести 3-4 капли раствора сульфата никеля и такой же объем раствора гидроксида натрия для получения осадка гидроксида никеля (II). Встряхнуть пробирку и добавить к осадку 5-6 капель раствора аммиака. Что происходит? Сравнить окраску ионов Ni^{2+} в растворе сульфата никеля с окраской полученного раствора. Присутствием каких ионов обусловлена окраска раствора? Написать уравнения реакций: образования гидроксида никеля (II); взаимодействия гидроксида никеля с аммиаком; электролитической диссоциации образовавшегося комплексного основания (координационное число иона никеля Ni^{2+} равно шести).

Опыт 3. Комплексные соединения в реакциях обмена

В пробирку к 4-5 каплям раствора сульфата меди добавить такой же объем раствора комплексной соли гексацианоферрата (II) калия. Отметить цвет образовавшегося осадка гексацианоферрата (II) меди. Написать молекулярное и ионное уравнение реакции.

Опыт 4. Комплексные соединения в окислительно-восстановительных реакциях

Поместить в пробирку 4-5 капель раствора перманганата калия KMnO_4 , подкислить 2-3 каплями раствора серной кислоты и добавить по каплям раствор гексацианоферрата (II) калия до обесцвечивания раствора. Написать уравнение реакции, расставить коэффициенты методом электронного баланса, учитывая, что комплекс железа (II) переходит в комплекс железа (III) с тем же координационным числом, а перманганат калия в кислой среде восстанавливается до сульфата марганца (II).

Опыт 5. Прочность комплексных ионов. Разрушение комплексов

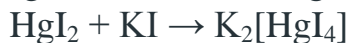
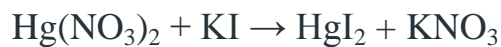
Внести в пробирку 2 капли раствора нитрата серебра и добавлять по каплям раствор иодида калия, встряхивая пробирку после каждого добавления. Почему растворяется выпавший вначале осадок иодида серебра? К полученному раствору добавить 4-5 капель воды. Что наблюдается? Написать уравнения реакций: образования иодида серебра, перехода иодида серебра в комплексное соединение, диссоциации комплексного иона и выражение для константы нестойкости. Какое влияние оказывает разбавление раствора на диссоциацию комплексного иона?

Образец оформления работы

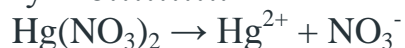
Цель работы:

Приборы и реактивы:

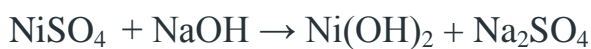
Опыт 1. Анионные комплексы



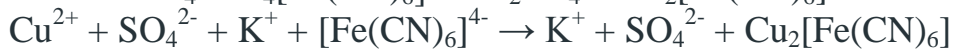
Жёлтый осадок оксида ртути (II) выпадает из раствора соли, потому что.....



Опыт 2. Катионные комплексы



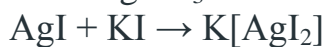
Опыт 3. Комплексные соединения в реакциях обмена



Опыт 4. Комплексные соединения в окислительно-восстановительных реакциях



Опыт 5. Прочность комплексных ионов. Разрушение комплексов



Разбавление раствора(увеличивает/уменьшает) диссоциацию комплексного иона.

Вывод:.....(согласно цели)

Задания для защиты работы

Назовите соединения, напишите уравнения их диссоциации и выражения для констант нестойкости комплексных ионов.

Номер варианта	Формула комплексного соединения
1	$\text{Na}[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})\text{Br}_3]$
2	$\text{K}[\text{Cr}(\text{SO}_4)_2]$
3	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
4	$\text{K}[\text{VF}_6]$
5	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$
6	$\text{H}[\text{AuCl}_4]$
7	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
8	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Br}](\text{NO}_3)_3$
9	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$
10	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$