

Практическая работа 9

Свойства переходных металлов и их соединений

Экспериментальная часть

Опыт 1. Кисотно-основные свойства соединений хрома(III)

а) В пробирку внесите 1 мл раствора соли хрома(III) и по каплям прибавляйте 1М раствор гидроксида натрия до полного осаждения гидроксида хрома(III). Отметьте цвет полученного осадка. Раствор с осадком разделите на две пробирки, предварительно перемешав его стеклянной палочкой. В одну пробирку добавьте 2М раствор соляной кислоты, а в другую – 1М раствор гидроксида натрия. Что наблюдается? Запишите уравнения реакций.

б) В две пробирки налейте по 1 мл раствора соли хрома(III). В первую пробирку прилейте равный объем раствора карбоната натрия, а во вторую – сульфида натрия. Что наблюдается? Запишите уравнения реакций. Сделайте вывод об устойчивости карбоната и сульфида хрома(III) в водном растворе.

Опыт 2. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома(III)

а) В две пробирки налейте по 1 мл растворов солей хрома (III): в одну - нитрата, а в другую - любой другой доступной соли. Добавьте в каждую по 1 мл 2М соляной кислоты, а затем – несколько гранул цинка. Сверху налейте слой органического растворителя. Что наблюдается? Если газ выделяется медленно, добавьте несколько капель концентрированной соляной кислоты. Как изменяется цвет раствора? Почему наблюдается существенная разница в поведение реакционных смесей между пробирками? Какую роль играет органический растворитель? Запишите уравнение реакции.

б) В пробирку налейте 1 мл раствора соли хрома(III), а затем добавьте по 1 мл 6М раствора гидроксида натрия и 3%-го пероксида водорода. Закрепите пробирку в держателе и нагревайте ее на пламени спиртовки. Как изменяется окраска раствора? Запишите уравнение реакции и объясните изменение окраски.

в) Проведите аналогичный опыт (см. опыт 2б), заменив пероксид водорода на раствор гипохлорита натрия. Требуется ли нагревание в этом случае? Запишите уравнение реакции. Сравните окислительную активность пероксида водорода и гипохлорита.

Раствор хромата натрия (желтой окраски) сохраните для дальнейших опытов.

Опыт 3. Равновесие «хромат-дихромат» и его зависимость от кислотности среды

а) К раствору хромата натрия, полученному в опыте 2, добавьте 1 М раствор серной кислоты. Как изменяется окраска раствора? Запишите уравнение реакции.

б) К 1 мл раствора дихромата калия добавьте 6М раствор гидроксида натрия. Что наблюдается? Запишите уравнение реакции в ионном виде.

в) В три пробирки налейте по 2 мл раствора дихромата калия. В первой пробирке подкислите раствор двумя каплями 2М соляной кислоты и добавьте раствор хлорида бария. Во вторую пробирку внесите раствор ацетата натрия и снова добавьте раствор хлорида бария. В третью пробирку налейте избыток раствора хлорида бария. В каких пробирках наблюдается образование осадка? Отфильтруйте осадки и сравните окраску фильтратов с исходным раствором дихромата калия.

Объясните различие наблюдений в этих пробирках и запишите уравнение реакции.

г) Налейте в чистую пробирку 1 каплю раствора дихромата калия и сильно разбавьте его водой. Как меняется цвет раствора? Сделайте вывод о направлении смещения равновесия хромат-дихромат при разбавлении раствора.

Опыт 4. Окислительные свойства дихромата калия

В две пробирки налейте по 1 мл раствора дихромата калия. В первую пробирку добавьте 2М раствор соляной кислоты, а в вторую – раствор сульфида натрия. Что наблюдается?

В сухую пробирку (№3) поместите несколько кристалликов дихромата калия, прилейте концентрированную соляную кислоту и аккуратно нагрейте ее. Отметьте наблюдения. Сравните окраску растворов в первой и третьей пробирках. Дайте объяснение этому факту, используя таблицу стандартных электродных потенциалов и уравнение Нернста. Запишите уравнения реакций.

Опыт 5. Окислительно-восстановительные свойства марганца и ванадия в высших степенях окисления

а) В три пробирки налейте по 1 мл раствора перманганата калия. В первую пробирку добавьте 1 мл разбавленной серной кислоты, во вторую – 1 мл дистиллированной воды, а в третью – такой же объем разбавленного раствора гидроксида натрия. В каждую из пробирок поместите несколько кристалликов глюкозы. Объясните наблюдаемые явления, записав уравнения проведенных реакций.

б) В пробирку налейте 1 мл раствора перманганата калия и добавьте 1 мл раствора хлорида бария, затем прокипятите до образования осадка. Зафиксируйте наблюдения и уравнения реакций. Исследуйте свойства осадка, включая его отношение к разбавленной серной кислоте, и другими доступными качественными реакциями. Зафиксируйте результаты.

в) (*Демонстрационный опыт*) Налейте в цилиндр раствор ортованадата натрия, подкислите его 2М раствором соляной кислоты, а затем внесите в раствор металлический цинк. Наблюдайте за изменениями окраски раствора на белом фоне. Объясните наблюдаемые изменения окраски раствора, написав все протекающие при этом реакции.

Опыт 6. Разложение перманганата калия

Поместите в сухую пробирку кристаллы перманганата калия на кончике шпателя и закрепите ее наклонно отверстием вверх в лапке штатива. Нагревайте пробирку и внесите в верхнюю часть пробирки тлеющую лучинку. Что наблюдается? После погасания лучинки дайте остыть пробирке, а затем высыпьте ее содержимое в стакан с подщелоченной водой. Какова окраска раствора? Какое вещество выпадает в осадок? Запишите уравнения всех проведенных реакций.

Опыт 7. Химические свойства железа

а) Изучите отношение порошка железа к соляной, разбавленной серной и концентрированной серной кислотам. Опыт с концентрированной серной кислотой проводите в вытяжном шкафу. Запишите уравнения реакций.

б) Внесите порошок железа в раствор сульфата меди и перемешайте. Что наблюдается? Запишите уравнение реакции. Сделайте вывод о химической активности железа.

Опыт 8. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства гидроксидов железа(II) и (III)

а) В две пробирки налейте по 1 мл раствора соли Мора. В одну пробирку добавьте 1М раствор щелочи до полного осаждения осадка. В другую пробирку добавьте концентрированный (6М) раствор гидроксида натрия. Отметьте цвета выпавших осадков. Что происходит с осадком в первой пробирке при стоянии на воздухе? Запишите уравнения реакций.

б) Проведите аналогичные опыты, описанные в опыте 8а, с раствором соли железа(III). Что наблюдается? Сделайте вывод о кислотно-основных свойствах гидроксидов железа(II) и (III).

в) Возьмите две пробирки, в первую внесите 1 мл раствора соли Мора, а во вторую – столько же соли железа(III). В каждую пробирку прибавьте раствор карбоната натрия.

Отметьте наблюдения. В чем отличие? Запишите уравнение реакции.

Опыт 9. Окислительно-восстановительные свойства железа(II) и железа(III)

а) К 1 мл подкисленного 2М соляной кислотой раствора хлорида железа(III) прилейте 1 мл раствора сульфита натрия. Что наблюдается? Подтвердите промежуточные предположения и выводы с использованием доступных качественных реакций. К 1 мл раствора сульфита натрия прилейте несколько капель подкисленного 2М соляной кислотой раствора соли Мора. Что наблюдается? Подтвердите промежуточные предположения и выводы с использованием доступных качественных реакций. Запишите уравнение реакции.

б) К раствору хлорида железа(III) добавьте раствор иодида калия. Что происходит? Запишите уравнение реакции.

в) В две пробирки внесите соль Мора. В первую пробирку добавьте 1М раствор серной кислоты, а затем несколько капель раствора перманганата калия. Во вторую пробирку добавьте 1М раствор гидроксида натрия, а затем несколько капель 3%-го пероксида водорода. Опишите наблюдения.

Сделайте выводы об окислительно-восстановительных свойствах соединений железа в разных степенях окисления.

Опыт 10. Качественные реакции на ионы железа(II) и железа(III)

а) Налейте в пробирку 1 мл раствора соли железа(III) и добавьте несколько капель раствора роданида натрия. Как меняется цвет раствора? Напишите уравнение реакции в ионном виде, зная, что содержащийся в исходном растворе катион гексаакважелеза(III) превращается в катион роданопентаквжелеза(III). К какому типу относится этот процесс?

б) Налейте в пробирку 1 мл раствора соли железа(III) и добавляйте к нему по каплям раствор желтой кровяной соли. Что образуется? Запишите уравнение реакции образования осадка берлинской лазури. Чем обусловлен яркий цвет соединения?

в) Налейте в пробирку 1 мл раствора соли Мора и добавляйте к нему по каплям раствор красной кровяной соли. Выпадающий осадок (историческое название “турнбулева синь”) полностью идентичен берлинской лазури, хотя часто содержит иное количество гидратной воды и имеет разную дисперсность, поэтому оба осадка отличаются оттенком. Запишите уравнение реакции.

Опыт 11. Взаимодействие цинка с растворами кислот и щелочей

В две пробирки поместите гранулы цинка. В одну пробирку прилейте 2М соляную кислоту, а в другую – концентрированный раствор (6М) гидроксида натрия. Наблюдается ли выделение газа? Если реакция не происходит, нагрейте пробирку с помощью спиртовки. Сделайте вывод о свойствах цинка и его соединений. Запишите уравнения реакции.

Опыт 12. Окисление аммиачного комплекса кобальта (II)

Налейте в пробирку 1 мл раствора соли кобальта (II) и добавьте несколько мл конц раствора аммиака. Что наблюдается? Как меняется цвет раствора? Разделите полученный образец на две части, одну из них переместите в химический стакан и оставьте на воздухе, наблюдая время от времени, ко второй части добавьте раствор перекиси водорода, эту часть также разделите на две, одну оставьте на некоторое время при комнатной температуре, а вторую слегка нагрейте. Запишите наблюдения и уравнения реакций. Проанализируйте протекающие процессы с точки зрения ТКП, где уместно.

Опыт 13. Получение соли Шевреля и её аналогов

В пробирку налейте несколько мл раствора сульфата меди. Подкислите его несколькими каплями 1М серной кислоты и прибавьте к нему несколько шпателей твердого сульфита натрия, затем тщательно перемешайте. Зафиксируйте наблюдения. Затем аккуратно и очень умеренно нагрейте пробирку с помощью спиртовки. Что наблюдается? Запишите уравнения реакции.

Опционально по указанию преподавателя можно повторить этот опыт используя смеси различных солей других металлов с сульфатом меди (рекомендуется соль Мора, сульфат марганца, сульфат никеля).

Опыт 14. Стабилизация промежуточной степени окисления марганца

Приготовьте в пробирке несколько мл смеси концентрированной азотной и фосфорной кислот, добавьте к ней небольшое количество любой твердой соли марганца (II), кроме сульфата. Тщательно перемешайте смесь, а затем прокипятите на спиртовке и дайте остыть. Что наблюдается? В случае выпадения осадка изучите его отдельно. Докажите, что полученный раствор не является раствором перманганата. Подтвердите промежуточные предположения и выводы с использованием доступных качественных реакций (можно использовать кислоты, щелочи, окислители, восстановители, кровяные соли, сульфид натрия). *Почему этот опыт не может корректно получаться при использовании сульфата марганца (II)?

Вопросы и задания

1. Для каких металлов эффективен метод йодного рафинирования? К каким металлам он не применим?
2. Какие металлы нельзя получить восстановлением водородом их оксидов? Объясните причины.
3. Предложите способ разделения TiO_2 и PbO_2 . Приведите по два примера уравнений реакций, подтверждающих свойства и различие этих соединений.
4. Можно ли вытеснить цинком хром и кобальт из их солей?
5. Объясните, почему при обнаружении ионов Cr^{3+} реакцией с солями висмута нельзя подкислять растворы соляной кислотой?
6. При промышленном способе получения чистого хрома из хромистого железняка его подвергают окислительному выщелачиванию $\text{FeCr}_2\text{O}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$.
Каким образом из полученного соединения получить чистый хром? Допишите реакции промышленного получения чистого хрома из хромистого железняка.
7. Какие химические реакции протекают при доменном процессе получения железа?
8. При разбавлении водой солянокислого раствора хлорида меди(I) выпадает белый осадок. Объясните происходящие процессы.
9. Чем объяснить потерю массы металлического никеля при нагревании его в токе оксида углерода(II)?
10. Объясните необходимость использования буферных растворов при проведении качественной реакции на цинк.
11. Взаимодействует ли медь с соляной кислотой? Каким образом можно получить из меди хлорид меди(II)? Напишите возможные пути синтеза хлорида меди(II).
12. Напишите уравнения реакций:
А) $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{C} \rightarrow \text{CuCl}_2$.
Б) $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$.
В) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Cr} \rightarrow ? \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$.
Г) $\text{MnSO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3) \rightarrow \text{KMnO}_4$.
Д) $\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaFeO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{FeO}_4$.
13. Предложите способ химического разделения смеси веществ и выделения каждого из них в индивидуальном виде:
А) KMnO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, KNO_3 . Б) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, MgSO_4 , Na_2SO_4 .
В) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, LiCl , MnCl_2 .
14. * Качественно оцените относительную устойчивость гипоманганат- и манганат-анионов с помощью ТКП, а также с точки зрения требуемых для их стабилизации концентраций щелочи (запишите уравнения реакций их полного диспропорционирования и примените закон Гесса).