

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации
俄罗斯联邦农业部

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный государственный
аграрный университет»
联邦国家预算教育机构
"远东国立农业大学"

А. П. Пакурина
帕库西娜·安东尼娜·帕夫洛夫娜

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
ПО ХИМИИ

化学实验课

Учебно-методическое пособие
教育和有条不紊的手册

Благовещенск
Дальневосточный ГАУ
2024
布拉戈维申斯克
远东国立农业大学
2024

УДК 546
ББК 24
П13

Рецензенты:

*Татьяна Павловна Платонова, кандидат химических наук, доцент,
доцент кафедры химии и химической технологии
Амурского государственного университета;
Ирина Владимировна Егорова, доктор химических наук, профессор,
заведующая кафедрой химии Благовещенского государственного
педагогического университета*

审稿人:

塔季扬娜·帕夫洛夫娜·普拉托诺娃, 化学科学候选人, 副教授, 阿穆尔国立大学化学与化学技术系副主任;
伊琳娜·弗拉基米罗芙娜·叶戈罗娃, 化学科学博士, 教授, 布拉戈维申斯克国立师范大学化学系主任。

*Рекомендовано к использованию в учебном процессе
методическим советом факультета агрономии и экологии
Дальневосточного государственного аграрного университета
推荐用于远东国立农业大学农学与生态学学院教学过程。*

Пакурина, А. П. Лабораторные работы по химии : учебно-методическое пособие / А. П. Пакурина ; Дальневост. гос. аграр. ун-т. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. – 52 с.
安娜·帕夫洛夫娜·帕库西娜. 化学实验课, 布拉戈维申斯克, 远东农业大学, 2024, 52 页.

ISBN 978-5-9642-0649-1

Учебно-методическое пособие разработано в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования и рабочими программами по дисциплине «Химия». Оно содержит задания для лабораторных работ и примеры их выполнения по соответствующей дисциплине. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов КНР всех направлений бакалавриата и специалитета различных форм обучения. «化学实验课» 教学方法指南是根据联邦高等教育国家教育标准和化学学科的工作计划编写的。本指南包括实验课工作的任务和相应学科要求的操作实例。该教学方法指南适用于所有学科的本科生和硕士研究生, 适用于全日制、半工半读和远程学习形式的学生。

УДК 546
ББК 24

ISBN 978-5-9642-0649-1 © Пакурина А. П., 2024
© ФГБОУ ВО Дальневосточный
государственный аграрный университет, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа 1. Типы химических реакций.....	4
化学实验 1. 化学反应的类型.....	4
Лабораторная работа 2. Реакции ионного обмена. Амфотерные гидроксиды .	8
化学实验 2. 离子交换反应。两性氢氧化物.....	8
Лабораторная работа 3. Определение среды раствора. Гидролиз солей.....	14
化学实验 3. 溶液介质的测定。盐的水解.....	14
Лабораторная работа 4. Комплексные соединения	20
化学实验 4. 配合物化合物.....	20
Лабораторная работа 5. Окислительно-восстановительные реакции.....	25
化学实验 5. 氧化还原反应.....	25
Лабораторная работа 6. S-металлы и их соединения.....	31
化学实验 6. S-金属及其化合物	31
Лабораторная работа 7. P-металлы и их соединения	35
化学实验 7. P-金属及其化合物	35
Лабораторная работа 8. D-элементы и их соединения.....	40
化学实验 8. D-元素及其化合物.....	40
Лабораторная работа 9. Химические свойства спиртов и фенолов.....	46
化学实验 9. 酒精和酚类的化学性质.....	46

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.
ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

化学实验 1. 化学反应的类型

Цель работы: *изучить типы химических реакций.*

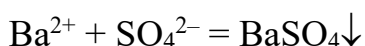
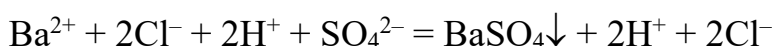
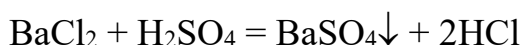
实验目的: 研究化学反应的类型。

Опыт 1. *Реакции обмена.*

实验1: 置换反应。

Налейте в пробирку 1 мл раствора хлорида бария BaCl_2 и прилейте к нему 1 мл разбавленного раствора серной кислоты H_2SO_4 . Какой цвет имеет осадок, который выпал? Напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

向试管中加入1毫升氯化钡 (BaCl_2) 溶液, 然后加入1毫升稀硫酸 (H_2SO_4) 溶液。生成的沉淀是什么颜色的?请写出分子和离子方程式。

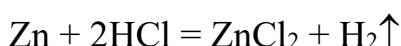


Опыт 2. *Реакции замещения.*

实验2: 取代反应。

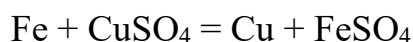
Положите в пробирку один кусочек цинка Zn и налейте 1 мл раствора соляной кислоты HCl . Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

将一块锌 (Zn) 放入试管中, 加入1毫升盐酸 (HCl) 溶液。观察到了什么现象?请写出反应方程式。



Налейте в пробирку 1 мл голубого раствора сульфата меди (II) CuSO_4 и опустите железный гвоздь Fe. Наблюдайте за содержимым пробирки, периодически взбалтывая жидкость. Как изменилась поверхность гвоздя? Каким стал цвет раствора?

向试管中加入1毫升硫酸铜 (II) (CuSO_4) 蓝色溶液, 并放入一根铁钉 (Fe)。不时摇动试管, 观察其内容物。铁钉的表面有何变化? 溶液的颜色如何变化?

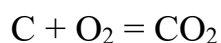


Опыт 3. Реакции соединения.

实验3: 化合反应。

В ложечку для сжигания поместите небольшой кусочек угля. Внесите его в пламя горелки. Что происходит? Почему на ложечке при более длительном нагревании ничего не остается? Напишите уравнение реакции.

将一小块碳放入燃烧勺中, 将其放入燃烧器的火焰中。发生了什么? 为什么在较长时间的加热后, 燃烧勺上没有残留物? 请写出反应方程式。

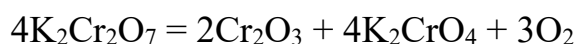


Опыт 4. Реакции разложения.

实验4: 分解反应。

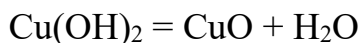
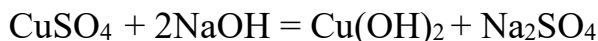
На дно сухой пробирки положите перманганат калия (либо дихромат калия). Пробирку нагрейте. Напишите уравнение реакции.

将高锰酸钾 (或重铬酸钾) 放入干燥试管底部。加热试管。请写出反应方程式。



Налейте в пробирку 1–2 мл сульфата меди (II) CuSO_4 и добавьте такой же объем раствора щелочи NaOH. Что наблюдается? Нагрейте содержимое пробирки.

向试管中加入1-2毫升硫酸铜(II) (CuSO_4) 溶液, 再加入等量的氢氧化钠 (NaOH) 溶液。观察到了什么现象? 加热试管内容物。



Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

1. Составьте формулы следующих веществ (写出以下物质的化学式):

оксид олова (IV)

锡的氧化物 (IV)

гидроксид марганца (II)

锰的氢氧化物 (II)

нитрат бария

硝酸钡

силикат алюминия

铝的硅酸盐

карбонат натрия

碳酸钠

сульфид железа (III)

铁的硫化物 (III)

хромат аммония

铬酸铵

нитрит бария

亚硝酸钡

гидрофосфат цинка

磷酸氢锌

гидроксонитрит меди (II)

铜的氢氧亚硝酸盐 (II)

оксид хлора (V)

氯的氧化物 (V)

гидроксид хрома (II)

铬的氢氧化物 (II)

хлорид бария

氯化钡

сульфид железа (II)

铁的硫化物 (II)

дихромат аммония

重铬酸铵

фосфат бария

磷酸钡

силикат натрия

硅酸钠

перманганат калия

高锰酸钾

гидросульфит калия

硫酸氢钾

дигидроксонитрат хрома (III)

铬的二氢氧硝酸盐 (III)

2. Напишите уравнения химических реакций и укажите, к какому типу они относятся (写出以下化学反应的方程式并指出它们的类型):

1) взаимодействие раствора нитрата свинца (II) и иодида калия (铅的硝酸盐 (II) 与碘化钾的反应);

2) разложение нитрата аммония (硝酸铵的分解);

3) горение серы в кислороде (硫在氧气中的燃烧);

4) взаимодействие железа с разбавленной серной кислотой (铁与稀硫酸的反应).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.

РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА. АМФОТЕРНЫЕ ГИДРОКСИДЫ

化学实验 2. 子交换反应。两性氢氧化物

Теоретические сведения (理论信息)

Различают три типичных варианта обменных реакций:

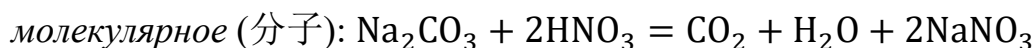
1. Реакции, идущие с образованием малорастворимого в воде вещества (осадка).
2. Реакции, сопровождающиеся выделением газообразного (летучего) соединения.
3. Реакции, протекающие с образованием малодиссоциированных соединений (воды, слабой кислоты или основания, анионов кислых солей или катионов основных солей, относительно прочных комплексных ионов).

Типичные обменные реакции имеют три типа:

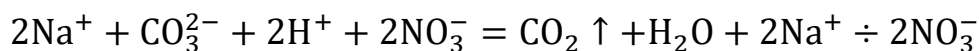
1. Реакции, приводящие к образованию труднорастворимых веществ (осадков) в водном растворе.
2. Реакции, сопровождающиеся выделением газообразного (летучего) соединения.
3. Реакции, приводящие к образованию слабых электролитов (например, воды, слабых кислот или оснований, кислых или основных солей, относительно прочных комплексных ионов).

Уравнения реакции ионного обмена записывают в трех видах: в молекулярной форме, полной молекулярно-ионной и в сокращенной молекулярно-ионной формах. Например, взаимодействие растворов карбоната натрия и азотной кислоты отражают следующими уравнениями.

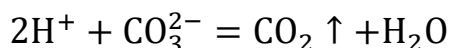
Ионно-обменные реакции имеют три способа записывания: молекулярный, полный молекулярно-ионный и сокращенный молекулярно-ионный. Например, реакция взаимодействия раствора карбоната натрия с раствором азотной кислоты:



молекулярно-ионное (分子-离子):



молекулярно-ионное сокращенное (简化的分子-离子):

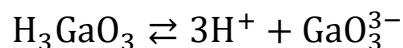
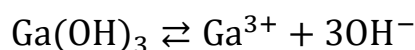


Электролиты, которые в растворе ионизируются одновременно по кислотному и основному типам, называются **амфотерными гидроксидами (амфолиты)**. К таким гидроксидам относятся гидроксид *s*-элемента $\text{Be}(\text{OH})_2$, гидроксиды *p*-элементов $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Ge}(\text{OH})_4$ и гидроксиды *d*-элементов в промежуточной степени окисления ($\text{Mn}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$) или высшей степени окисления ($\text{Ti}(\text{OH})_4$).

Для гидроксида галлия $\text{Ga}(\text{OH})_3$ коэффициенты ионизации по кислотному и основному типам примерно одинаковы и равны приблизительно 10^{-12} . Следовательно, данный гидроксид служит примером идеального амфолита.

在溶液中同时表现酸性和碱性电离的电解质称为两性氢氧化物（两性电解质）。这些氢氧化物包括s元素的氢氧化物 $\text{Be}(\text{OH})_2$ ，p元素的氢氧化物 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Sn}(\text{OH})_4$ 、 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Pb}(\text{OH})_4$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Ge}(\text{OH})_4$ 和d元素的中间氧化态氢氧化物($\text{Mn}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$)或最高氧化态氢氧化物($\text{Ti}(\text{OH})_4$)。

对于氢氧化镓 ($\text{Ga}(\text{OH})_3$)，其酸性和碱性电离系数大致相同，约为 10^{-12} 。因此，该氢氧化物是理想的两性电解质的例子：



Амфолиты в кислой среде проявляют основной, а в щелочной – кислотный характер. 两性电解质在酸性介质中表现为碱性，在碱性介质中表现为酸性：

1) *основные свойства (基本性质)*: 2) *кислотные свойства (酸性性质)*:



Экспериментальная часть (实验部分)

Цель работы: ознакомиться с химическими реакциями ионного обмена и со свойствами основных, кислотных и амфотерных гидроксидов.

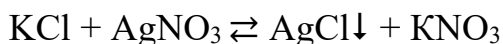
实验目的: 了解离子交换反应及碱性、酸性和两性氢氧化物的性质。

Опыт 1. Реакции, протекающие с образованием труднорастворимых веществ.

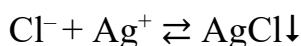
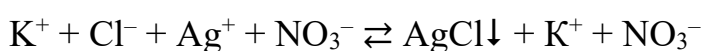
实验1: 难溶物质的生成反应。

В пробирку налейте по 1 мл раствора хлорида калия (KCl), прилейте по несколько капель нитрата серебра (AgNO₃). Запишите молекулярное уравнение реакции.

向试管中加入1毫升氯化钾 (KCl) 溶液, 然后加入几滴硝酸银 (AgNO₃) 溶液。写出反应的分子方程式:



молекулярно-ионные уравнения реакции (以及分子-离子方程式) :

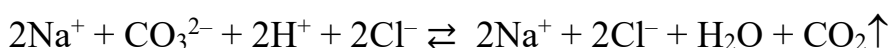


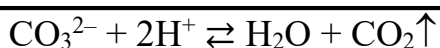
Опыт 2. Реакции, идущие с образованием газа.

实验2: 生成气体的反应。

В пробирку налейте 1–2 мл карбоната натрия (Na₂CO₃) и добавьте немного раствора соляной кислоты HCl. Что при этом наблюдается? Напишите молекулярное и молекулярно-ионные уравнения реакции.

向试管中加入1–2毫升碳酸钠 (Na₂CO₃) 溶液, 然后加入少量盐酸 (HCl) 溶液。观察到了什么现象?写出反应的分子方程式和分子-离子方程式:



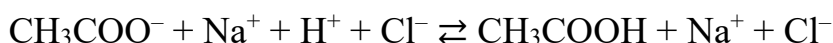
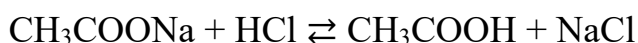


Опыт 3. Реакции, протекающие с образованием малодиссоциированных веществ.

实验3：生成弱电解质的反应。

Налейте в пробирку 1–2 мл раствора ацетата натрия (CH_3COONa) и добавьте немного 2н раствора HCl . Образующаяся при реакции уксусная кислота обнаруживается по запаху. Напишите молекулярное и молекулярно-ионные уравнения реакции.

向试管中加入1–2毫升醋酸钠 (CH_3COONa) 溶液，再加入少量2h盐酸 (HCl) 溶液。反应生成的乙酸可以通过气味检测到。写出反应的分子方程式和分子-离子方程式：



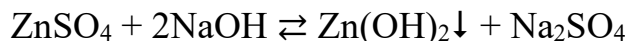
Опыт 4. Получение гидроксидов и изучение их свойств.

实验4：氢氧化物的制备及其性质研究。

Для выполнения опыта в пробирку налейте 1–2 мл раствора соли цинка (ZnSO_4 или ZnCl_2). Затем добавьте несколько капель щелочи (NaOH или KOH). Полученный осадок разделите пополам на две пробирки: в одну пробирку продолжайте добавлять щелочь до растворения осадка, в другую – приливайте избыток раствора HCl (можно использовать вместо соляной кислоты серную или азотную кислоту).

在试管中加入1–2毫升硫酸锌 (ZnSO_4) 或氯化锌 (ZnCl_2) 溶液，然后加入几滴碱液 (NaOH 或 KOH)。生成的沉淀分成两份，分别放入两支试管：一支试管中继续加入碱液直至沉淀溶解，另一支试管中加入过量的盐酸溶液 (HCl ，也可以用硫酸或硝酸代替盐酸)。

Молекулярное уравнение получения гидроксида цинка имеет вид (氢氧化锌的制备反应的分子方程式为):

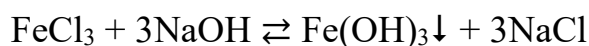


Молекулярные уравнения растворения гидроксида цинка в кислоте и в щелочи с образованием соли доказывают его амфотерные свойства (氢氧化锌在酸和碱中溶解生成盐的分子方程式证明了它的两性性质):



В пробирку налейте 1–2 мл соли железа (III) FeCl_3 , добавьте щелочи до образования осадка. Растворите осадок соляной кислотой, с щелочью полученный гидроксид железа (III) Fe(OH)_3 не взаимодействует.

向试管中加入1–2毫升铁(III)氯化物(FeCl_3)溶液,加入碱液直至生成沉淀。用盐酸溶解沉淀,氢氧化铁(III)(Fe(OH)_3)不与碱反应:



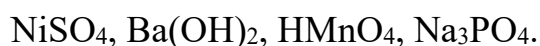
Напишите молекулярно-ионные уравнения реакций получения гидроксидов и их растворения в кислотах и щелочах.

写出氢氧化物生成及其在酸和碱中溶解的分子-离子方程式。

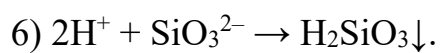
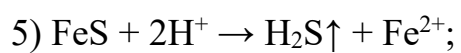
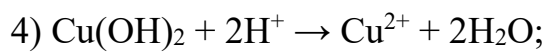
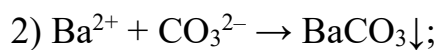
Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

1. Составьте уравнения электролитической диссоциации следующих электролитов (写出以下电解质的电离方程式):



2. На основании молекулярно-ионных уравнений составьте молекулярные уравнения (根据分子-离子方程式写出分子方程式):



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДЫ РАСТВОРА. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

化学实验 3. 溶液介质的测定。盐的水解

Теоретические сведения (理论信息)

Реакцию среды раствора можно выражать как концентрацией ионов водорода, так и концентрацией гидроксид-ионов, но обычно ее выражают более удобным способом – водородным показателем.

Водородный показатель (pH) – это отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$.

溶液介质的反应可以用氢离子浓度和氢氧根离子浓度来表示，但通常用更方便的方法—氢离子浓度指数来表示。

氢离子浓度指数 (pH) 是氢离子浓度的负对数: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$.

Для кислой среды (酸性介质): $[\text{H}^+] > 10^{-7} \text{ mol/l}$; $\text{pH} < 7$.

Для нейтральной среды (中性介质): $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/l}$; $\text{pH} = 7$.

Для щелочной среды (碱性介质): $[\text{H}^+] < 10^{-7} \text{ mol/l}$; $\text{pH} > 7$.

Для качественного определения реакции среды чаще всего применяют кислотно-основные индикаторы: фенолфталеин, метиловый оранжевый и лакмус. Количественно реакцию среды определяют электрохимическим (потенциометрическим) методом.

为了定性测定溶液的酸碱反应，最常用的酸碱指示剂是：酚酞、甲基橙和石蕊。定量测定溶液酸碱反应用电化学方法（电位测量法）。

Взаимодействие ионов соли с водой, приводящее к образованию слабого электролита, называют гидролизом соли.

Возможность и характер протекания гидролиза определяются природой кислоты и основания, из которых образована соль. Поэтому гидролизу подвергаются соли, образованные:

1. Сильным основанием и слабой кислотой (по аниону).
2. Слабым основанием и сильной кислотой (по катиону).
3. Слабым основанием и слабой кислотой (по катиону и аниону).

Соли, образованные сильной кислотой и сильным основанием, не гидролизуются.

Если кислота и основание, образующие соль, не только являются слабыми электролитами, но и малорастворимы или неустойчивы и разлагаются с образованием газообразных продуктов, гидролиз, как правило, протекает практически необратимо: $\text{Al}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow$.

Степень гидролиза зависит от природы соли, концентрации раствора, температуры. При разбавлении раствора, а также при повышении температуры, степень гидролиза увеличивается.

盐的离子与水反应生成弱电解质的过程称为盐的水解。

水解的可能性和性质取决于生成该盐的酸和碱的性质。因此，下列类型的盐会发生水解：

1. 强碱和弱酸生成的盐（按阴离子）。
2. 弱碱和强酸生成的盐（按阳离子）。
3. 弱碱和弱酸生成的盐（按阳离子和阴离子）。

强酸和强碱生成的盐不发生水解。如果生成盐的酸和碱不仅是弱电解质，而且难溶或不稳定并分解生成气态产物，则水解反应通常是几乎不可逆的：



水解程度取决于盐的性质、溶液的浓度和温度。稀释溶液和升高温度都会增加水解程度。

Экспериментальная часть (实验部分)

Цель работы: *определить среду растворов с помощью индикаторов; изучить характер гидролиза и факторы, влияющие на степень гидролиза.*

实验目的: 使用指示剂确定溶液的介质；研究水解的性质及影响水解程度的因素。

Опыт 1. *Определение цвета индикатора в растворах кислот, щелочей и в дистиллированной воде.*

实验1: 确定指示剂在酸、碱溶液及蒸馏水中的颜色。

В три пробирки налейте по 1 мл раствора щелочи (KOH или NaOH), затем в одну добавьте лакмус, в другую – фенолфталеин, в третью – метиловый оранжевый. Наблюдения занесите в таблицу 1.

В три пробирки налейте по 1 мл кислоты (HCl или H₂SO₄), затем в одну добавьте лакмус, в другую – фенолфталеин, в третью – метиловый оранжевый. Изменение цвета запишите в таблицу 1.

В три пробирки налейте по 1 мл дистиллированной воды (нейтральная среда), затем в одну добавьте лакмус, в другую – фенолфталеин, в третью – метиловый оранжевый. Наблюдения занесите в таблицу 1.

在三支试管中分别加入1毫升碱液（KOH或NaOH），然后分别加入石蕊、酚酞和甲基橙。将观察结果记录在表1中。

在三支试管中分别加入1毫升酸（HCl或H₂SO₄），然后分别加入石蕊、酚酞和甲基橙。将颜色变化记录在表1中。

在三支试管中分别加入1毫升蒸馏水（中性介质），然后分别加入石蕊、酚酞和甲基橙。将观察结果记录在表1中。

Таблица 1 – Результаты наблюдений

表1 – 观察结果

Индикатор 指示剂	Цвет индикатора 指示剂颜色		
	щелочная среда 碱性环境 (pH >7)	кислая среда 酸性环境 (pH <7)	нейтральная среда 中性环境 (pH = 7)
Лакмус (石蕊)	синий (蓝色)	красный (红色)	фиолетовый (紫色)
Фенолфталеин (酚酞)	малиновый (洋红色)	бесцветный (无色)	бесцветный (无色)
Метилоранж (甲基橙)	желтый (黄色)	красный (红色)	оранжевый (橙色)

Опыт 2. Установление характера гидролиза солей (по катиону, по аниону, по катиону и аниону).

实验2: 确定盐的水解性质（按阳离子、按阴离子、按阳离子和阴离子）。

Возьмите четыре пробирки и налейте в них по 1–2 мл растворов солей: в первую – карбоната натрия Na_2CO_3 ; во вторую – сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$; в третью – карбоната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$; в четвертую – нитрата калия KNO_3 . В каждую из пробирок добавьте по 1–2 капли раствора лакмуса. Что наблюдается? Какие соли подвергаются гидролизу? Полученные результаты запишите в таблицу 2.

取四支试管，分别加入1–2毫升盐溶液：第一支加入碳酸钠（ Na_2CO_3 ）；第二支加入硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ；第三支加入碳酸铵（ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ）；第四支加入硝酸钾（ KNO_3 ）。在每支试管中加入1–2滴石蕊溶液。观察到了什么现象？哪些盐发生了水解？将结果记录在表2中。

Таблица 2 – Результаты наблюдений

表2 – 观察结果

Формула соли 盐类公式	Цвет лакмуса 石蕊试纸颜色	Среда раствора 溶液介质	pH	Характер гидролиза соли 盐类水解特性
Na_2CO_3	синий (蓝色)	щелочная (碱性)	> 7	по аниону (按阴离子水解)
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	красный (红色)	кислая (酸性)	< 7	по катиону (按阳离子水解)
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	фиолетовый (紫色)	нейтральная (中性)	= 7	по катиону и аниону (按阳离子和阴离子水解)
KNO_3	фиолетовый (紫色)	нейтральная (中性)	= 7	гидролиза нет (无水解)

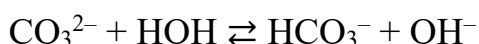
Лабораторная работа 3. Определение среды раствора. Гидролиз солей
化学实验 3. 溶液介质的测定。盐的水解

Уравнение гидролиза соли (карбоната натрия): соль образована сильным основанием и слабой кислотой; уравнение диссоциации карбоната натрия имеет следующий вид.

碳酸钠盐的水解方程式: 盐由强碱和弱酸生成, 碳酸钠的离解方程式:



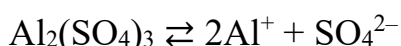
характер гидролиза – по аниону (水解性质 – 按阴离子):



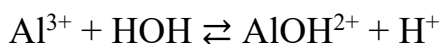
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$; среда щелочная (碱性环境), $\text{pH} > 7$.

Уравнение гидролиза соли (сульфата алюминия): соль образована слабым основанием и сильной кислотой; уравнение диссоциации сульфата алюминия имеет следующий вид.

硫酸铝盐的水解方程式: 盐由弱碱和强酸生成, 硫酸铝的离解方程式:



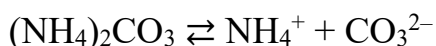
характер гидролиза – по катиону (水解性质 – 按阳离子):



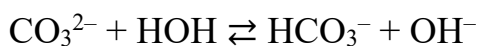
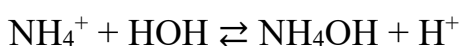
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{AlOHHSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$; среда кислая (酸性环境), $\text{pH} < 7$.

Уравнение гидролиза соли (карбоната аммония): соль образована слабым основанием и слабой кислотой; уравнение диссоциации карбоната аммония имеет следующий вид:

碳酸铵盐的水解方程式: 盐由弱碱和弱酸生成, 碳酸铵的离解方程式:



характер гидролиза – по катиону и аниону (水解性质 – 按阳离子和阴离子):



$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$;

среда нейтральная (中性环境), $\text{pH} = 7$.

Опыт 3. Зависимость степени гидролиза от температуры.

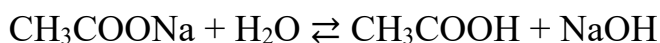
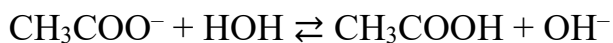
实验3: 水解程度与温度的关系。

В пробирку налейте 1–2 мл ацетата натрия (CH_3COONa) и 2–3 капли фенолфталеина. Нагрейте пробирку почти до кипения. Отметьте изменение окраски и среды раствора. Охладите раствор и отметьте его обесцвечивание.

在试管中加入1–2毫升醋酸钠 (CH_3COONa) 和2–3滴酚酞。加热试管至接近沸腾。记录溶液的颜色和介质的变化。冷却溶液并记录其褪色情况。

Соль ацетат натрия образована сильным основанием и слабой кислотой, гидролизуется по аниону; среда щелочная, $\text{pH} > 7$.

醋酸钠盐由强碱和弱酸生成，按阴离子水解，介质为碱性， $\text{pH} > 7$ ：

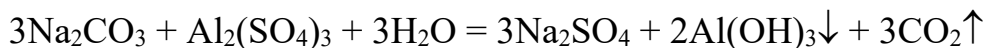


Опыт 4. Полный (необратимый) гидролиз.

实验4: 完全（不可逆）水解。

В пробирку налейте 1–2 мл карбоната натрия (Na_2CO_3) и столько же сульфата алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Отметьте выделение пузырьков оксида углерода (IV) и образование осадка $\text{Al}(\text{OH})_3$.

在试管中加入1–2毫升碳酸钠 (Na_2CO_3) 和等量的硫酸铝 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)。记录二氧化碳 (IV) 气泡的释放和氢氧化铝 ($\text{Al}(\text{OH})_3$) 沉淀的形成。



**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.
КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

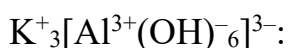
化学实验 4. 配合物化合物

Теоретические сведения (理论信息)

Комплексными называются соединения, содержащие сложный комплексный ион, у которого имеются ковалентные связи, образованные по донорно-акцепторному механизму. Согласно теории строения комплексных соединений А. Вернера, большинство комплексных соединений имеют в своем составе внутреннюю сферу (комплексный ион) и внешнюю.

配合物是指含有复杂配合离子的化合物，这些离子通过供体-受体机制形成共价键。根据A. Werner的配合物结构理论，大多数配合物包含内层（配合离子）和外层。

Например, гексагидроксиалюминат калия (например, гексагидроксиалюминат калия):



Al^{3+} – комплексообразователь (центральный ион) (配位体 (中心离子));

OH^- – лиганд (配体); 6 – координационное число (配位数).

Координационное число определяется числом связей между комплексообразователем и лигандами. Оно совпадает с числом лигандов в том случае, если лиганды монодентатные (один лиганд соединен с комплексообразователем одной связью). Например, OH^- , CN^- , NH_3 .

配位数由配位体与配体之间的键数决定。如果配体是单齿配体（一个配体通过一条键与配位体相连），配位数等于配体数。例如, OH^- , CN^- , NH_3 .

Степень окисления комплексообразователя определяют с учетом следующего правила: заряд комплексного иона является алгебраической суммой зарядов комплексообразователя и лигандов.

配位体的氧化态根据以下规则确定：配合离子的电荷是配位体和配体电荷的代数和。

Примеры катионных комплексов (阳离子配合物的例子):

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ – хлорид диамминсеребра (I) (二氨合银(I)氯化物);

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH})_2]\text{Cl}$ – хлорид тетрааквадигидроксоалюминия (四水二羟基铝氯化物).

Примеры анионных комплексов (阴离子配合物的例子):

$\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ – тетраиодомеркурат (II) калия (四碘合汞(II)钾);

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (II) калия (六氰合铁(II)钾);

$\text{K}_2^+[\text{Pt}^{4+}\text{Cl}_6^-]^{2-}$ – гексахлороплатинат (IV) калия (六氯合铂(IV)钾);

$\text{K}_3^+[\text{Fe}^{3+}(\text{CN})_6^-]^{3-}$ – гексацианоферрат (III) калия (六氰合铁(III)钾).

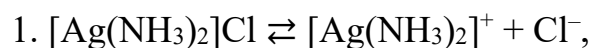
Нейтральные комплексы (中性配合物):

$[\text{PtCl}_4(\text{NH}_3)_2]$ – диамминтетрахлороплатина (二氨合四氯铂);

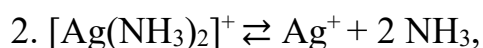
$[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ – тетракарбонилникель (四羰基镍).

Комплексные соединения диссоциируют по двум ступеням.

配合物化合物按两步电离:



как сильный электролит (作为强电解质).



как очень слабый электролит (作为非常弱的电解质).

Константа равновесия диссоциации комплексного иона называется константой нестойкости ($K_{\text{н}}$). 配合离子的电离平衡常数称为不稳定常数 ($K_{\text{н}}$):

$$K_{\text{н}} = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2}{[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+]}$$

Чем больше величина константы, тем менее устойчив комплексный ион. Константа越大, 配合离子越不稳定。

Экспериментальная часть (实验部分)

Цель работы: ознакомиться со способами получения комплексных соединений и их свойствами.

实验目的: 了解配合物化合物的制备方法及其性质。

Опыт 1. Получение аммиачного комплекса меди.

实验1: 氨配合铜的制备。

В пробирку налейте 1 мл раствора сульфата меди CuSO_4 , затем прилейте избыток раствора гидроксида аммония NH_4OH . Образуется комплексное соединение василькового цвета – **сульфат тетраамминмеди (II)**.

在试管中加入1毫升硫酸铜 (CuSO_4) 溶液, 然后加入过量的氢氧化铵 (NH_4OH) 溶液。生成浅蓝色的配合物—**四氨合硫酸铜 (II)**:



Опыт 2. Разрушение комплекса при разбавлении водой.

实验2: 配合物在稀释水中的破坏。

В пробирку насыпьте несколько кристалликов соли изотиоцианата аммония NH_4CNS и добавьте 2–3 капли нитрата кобальта (II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Наблюдайте образование темно-синей окраски раствора комплексной соли – **тетратиоцианатокобальтата (II) аммония**.

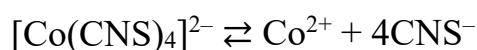
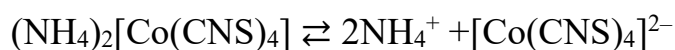
在试管中加入几粒硫氰酸铵 (NH_4CNS) 晶体, 并加入2–3滴硝酸钴 (II) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液。观察生成深蓝色的配合物溶液—**四硫氰酸钴 (II) 铵**:



Разбавьте полученный раствор водой до появления розовой окраски, характерной для иона кобальта Co^{2+} . Прочность комплексного иона во многих случаях зависит от концентрации раствора.

Уравнения диссоциации комплексной соли по I и II ступеням, а также выражение константы нестойкости комплексного иона имеют вид:

将生成的溶液用水稀释至出现钴离子 Co^{2+} 的粉红色。配合离子的稳定性在很多情况下取决于溶液的浓度。配合物盐的一级和二级电离方程式及配合离子不稳定常数的表达式如下:



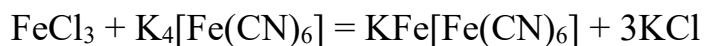
$$K_{\text{н}} = \frac{[\text{Co}^{2+}] \cdot [\text{CNC}^-]^4}{[[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{2-}]}$$

Опыт 3. Взаимодействие гексацианоферрата (II) калия с хлоридом железа (II) и сульфатом меди (II).

实验3: 六氰合铁(II)酸钾与三氯化铁(III)和硫酸铜(II)的反应。

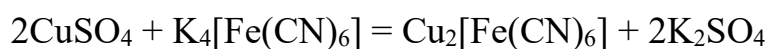
В пробирку налейте 1 мл раствора хлорида железа (III) FeCl_3 , а затем добавьте 1 мл раствора гексацианоферрата (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Образуется берлинская лазурь.

在试管中加入1毫升氯化铁(III) (FeCl_3) 溶液, 再加入1毫升六氰合铁(II)酸钾 ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) 溶液。生成普鲁士蓝:



В пробирку налейте 1 мл раствора сульфата меди (II) CuSO_4 , после чего добавьте 1 мл раствора гексацианоферрата (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

在试管中加入1毫升硫酸铜(II) (CuSO_4) 溶液, 再加入1毫升六氰合铁(II)酸钾 ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) 溶液。



Укажите цвет полученных комплексных соединений.

注明生成的配合物的颜色。

Опыт 4. Окисление гексацианоферрата (II) калия перманганатом калия.

实验4: 六氰合铁(II)酸钾的高锰酸钾氧化反应。

К 0,5 мл раствора перманганата калия KMnO_4 добавьте 0,5 мл раствора серной кислоты H_2SO_4 и раствора гексацианоферрата (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{+2}$ до изменения окраски. При этом образуется комплексная соль, содержащая трехвалентное железо $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{+3}$.

向0.5毫升高锰酸钾 (KMnO_4) 溶液中加入0.5毫升硫酸 (H_2SO_4) 和六氰合铁(II)酸钾 ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{+2}$) 溶液至颜色改变。生成含有三价铁的配合物盐 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{+3}$ 。



Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

1. Определите степень окисления и координационное число комплексобразователя в следующих комплексных соединениях (确定以下配合物中配位体的氧化态和配位数):

- 1) $[\text{PtCl}_3(\text{NO}_3)]\text{Cl}_2$; 2) $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2\text{Br}_2]$; 3) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$;
- 4) $\text{Na}_2[\text{SiF}_6]$; 5) $\text{Ba}[\text{Pt}(\text{NO}_2)_4\text{Cl}_2]$; 6) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$; 7) $\text{K}_4[\text{CoF}_6]$.

2. Напишите формулы следующих комплексных соединений, уравнения их диссоциации и выражения коэффициента нестойкости для комплексных ионов (写出以下配合物的化学式、电离方程式和配合离子不稳定常数的表达式):

- 1) хлорида тетраамминкобальта (四氨合钴氯化物);
- 2) тринитрокупрата (II) калия (三硝基铜酸钾 (II));
- 3) тетрародано платината (II) калия (四氯合铂酸钾 (II));
- 4) гексацианоферрата (III) калия (六氰合铁酸钾 (III)).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

化学实验 5. 氧化还原反应

Цель работы: ознакомиться с основными типами и частными случаями окислительно-восстановительных реакций.

实验目的: 了解氧化还原反应的主要类型和具体实例。

1. Реакции межмолекулярного окисления-восстановления – это реакции, в которых окислителем и восстановителем являются разные вещества. 分子间氧化还原反应是指氧化剂和还原剂是不同物质的反应。

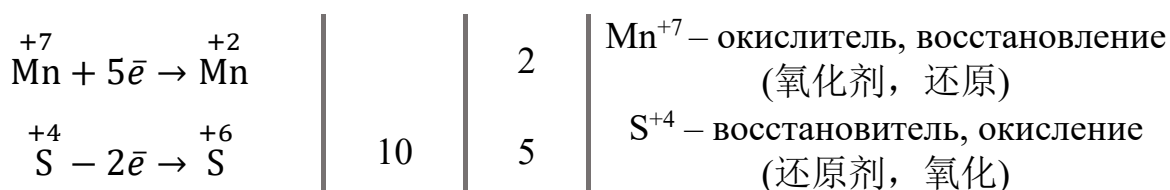
Опыт 1. Окислительные свойства перманганата калия в зависимости от реакции среды.

实验1: 高锰酸钾在不同介质中的氧化性。

В пробирку налейте по 1 мл раствора перманганата калия KMnO_4 , прилейте 1 мл серной кислоты и добавьте свежеприготовленный раствор сульфита натрия Na_2SO_3 . Наблюдайте обесцвечивание раствора.

在试管中加入1毫升高锰酸钾 (KMnO_4) 溶液, 加入1毫升硫酸, 再加入新制备的亚硫酸钠 (Na_2SO_3) 溶液。观察溶液的褪色现象。

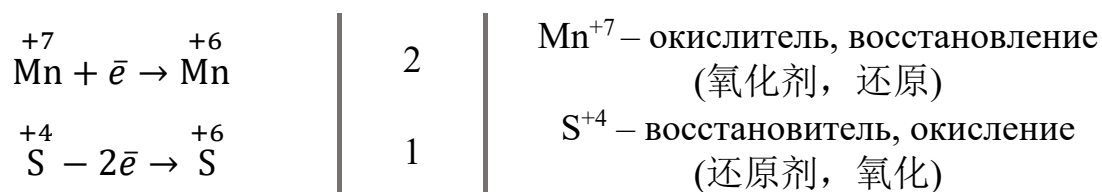
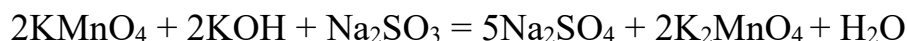
Схема уравнения реакции и уравнения электронного баланса имеют вид в кислой среде (酸性介质中的反应方程式和电子平衡方程式如下):



В пробирку налейте по 1 мл раствора перманганата калия KMnO_4 , прилейте 1 мл щелочи (KOH или NaOH) и добавьте свежеприготовленный раствор сульфита натрия Na_2SO_3 . Наблюдайте изменение окраски на изумрудную (которая быстро исчезает).

在试管中加入1毫升高锰酸钾 (KMnO_4) 溶液, 加入1毫升碱液 (KOH 或 NaOH), 再加入新制备的亚硫酸钠 (Na_2SO_3) 溶液。观察颜色变为翡翠绿 (很快消失)。

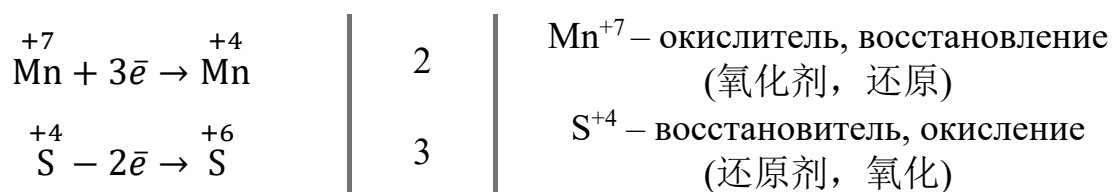
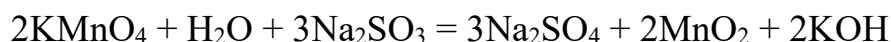
Схема уравнения реакции и уравнения электронного баланса имеют вид в щелочной среде (碱性介质中的反应方程式和电子平衡方程式如下):



В пробирку налейте по 1 мл раствора перманганата калия KMnO_4 , добавьте свежеприготовленный раствор сульфита натрия Na_2SO_3 . Наблюдайте коричневый цвет раствора.

在试管中加入1毫升高锰酸钾 (KMnO_4) 溶液, 再加入新制备的亚硫酸钠 (Na_2SO_3) 溶液。观察溶液呈棕色。

Схема уравнения реакции и уравнения электронного баланса имеют вид в нейтральной среде (中性介质中的反应方程式和电子平衡方程式如下):



2. Реакции внутримолекулярного окисления-восстановления – это реакции, которые протекают с изменением степени окисления атомов, входящих в состав одного и того же соединения в результате перехода электронов внутри молекулы вещества.

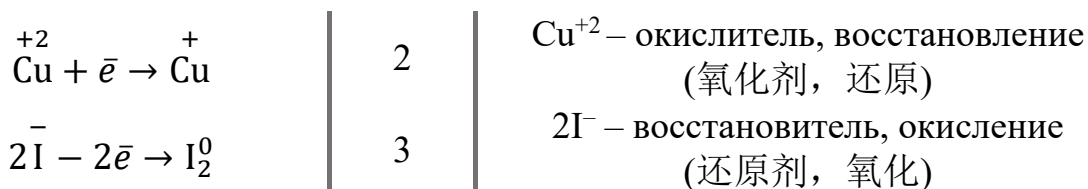
分子内氧化还原反应是指同一化合物内的原子通过分子内部的电子转移而发生氧化态变化的反应。

Опыт 2. Взаимодействие сульфата меди (II) с иодидом калия.

实验2: 硫酸铜(II)与碘化钾的反应。

К 1–2 мл раствора соли двухвалентной меди (CuSO_4 или CuCl_2) прибавьте столько же крахмала и раствора иодида (KI или NaI). Наблюдайте образование осадка, содержащего иодид меди (I) и свободный йод.

向1–2毫升二价铜盐 (CuSO_4 或 CuCl_2) 溶液中加入等量的淀粉和碘化物溶液 (KI 或 NaI)。观察生成含有碘化铜(I)和游离碘的沉淀:



3. Реакции диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) – это реакции, в которых часть атомов одного и того же элемента отдает электроны, а другая часть их принимает.

歧化反应 (自身氧化还原反应) 是指同一元素的部分原子失电子, 另一部分原子得电子的反应。

Опыт 3. Реакция диспропорционирования йода.

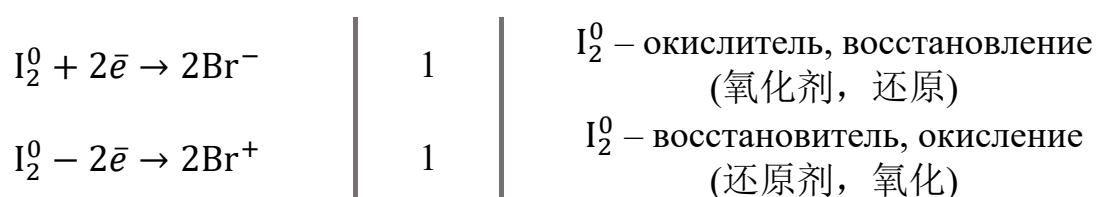
实验3: 碘的歧化反应。

Налейте в пробирку 1–2 мл йодной воды (I_2) и добавьте к ней немного раствора щелочи (KOH или NaOH) до обесцвечивания раствора.

Лабораторная работа 5. Окислительно-восстановительные реакции
 化学实验 5. 氧化还原反应

在试管中加入1-2毫升碘水 (I₂)，再加入少量碱液 (KOH或NaOH) 直至溶液褪色。

Уравнение реакции йода со щелочью имеет следующий вид. При этом получают соли йодоводородной (HI) и йодноватистой (HIO) кислот. 碘与碱反应的方程式，生成碘化氢 (HI) 和次碘酸 (HIO) 盐，方程式如下：



4. Реакции компрпорционирования – это реакции, в которых участвуют два вещества, содержащие атомы одного и того же элемента в разных степенях окисления. В результате реакции получается вещество, содержащее атомы того же элемента в промежуточной степени окисления.

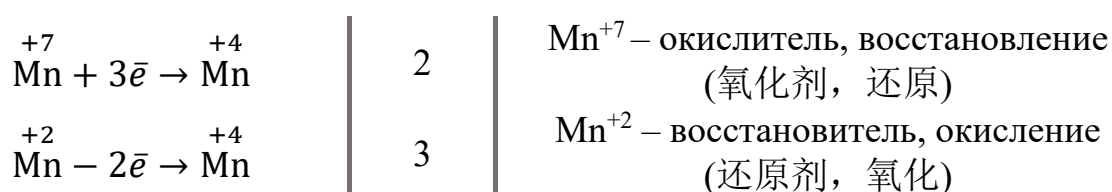
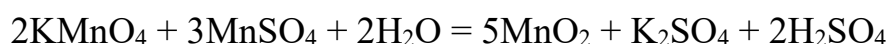
共氧化反应是指参与反应的两个物质含有同一元素在不同氧化态下的原子。反应结果生成含有该元素中间氧化态的物质。

Опыт 4. Взаимодействие сульфата марганца с перманганатом калия.

实验4: 硫酸锰与高锰酸钾的反应。

К 1 мл раствора перманганата калия KMnO₄ добавьте 0,5 мл раствора сульфата марганца MnSO₄. Получим следующую схему уравнения.

在1毫升高锰酸钾 (KMnO₄) 溶液中加入0.5毫升硫酸锰 (MnSO₄) 溶液。反应方程式如下：



Опыт 5. Взаимодействие хлорида железа (III) с иодидом калия.

实验5: 三氯化铁(III)与碘化钾的反应。

Налейте в пробирку 1 мл хлорида железа (III) FeCl_3 , добавьте 1 мл иодида (KI или NaI) и несколько капель крахмала (индикатор на присутствие свободного иода). Что наблюдается?

在试管中加入1毫升三氯化铁(III) (FeCl_3) 溶液, 加入1毫升碘化物 (KI 或NaI) 溶液, 再加入几滴淀粉 (游离碘的指示剂)。观察到什么现象?

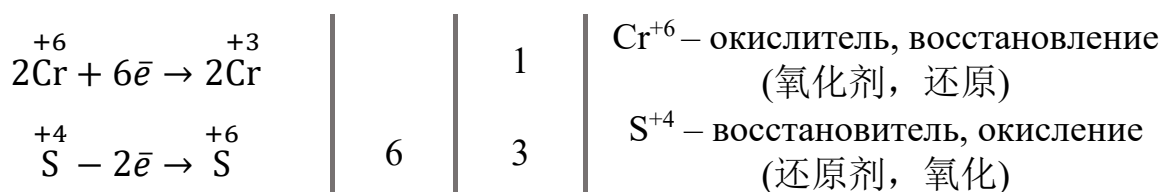


Опыт 6. Окислительные свойства дихромата калия.

实验6: 重铬酸钾的氧化性。

Налейте в пробирку 0,5 мл дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, добавьте 1 мл раствора серной кислоты H_2SO_4 и добавьте 2 мл сульфита натрия. Как изменился цвет раствора?

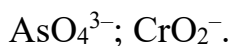
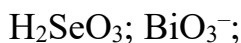
在试管中加入0.5毫升重铬酸钾 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 溶液, 加入1毫升硫酸 (H_2SO_4) 溶液, 再加入2毫升亚硫酸钠溶液。溶液的颜色有什么变化?



Упражнения для самоконтроля

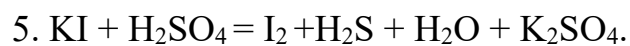
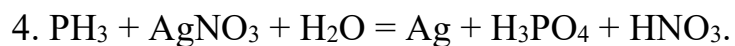
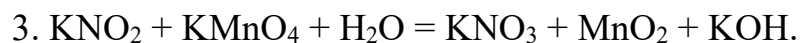
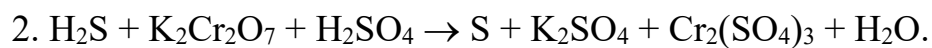
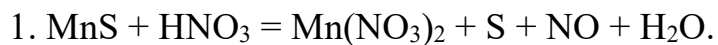
自我检测练习

1. Определите степени окисления подчеркнутых элементов в следующих молекулах и ионах (确定分子和离子中下划线元素的氧化态):



Лабораторная работа 5. Окислительно-восстановительные реакции
化学实验 5. 氧化还原反应

2. Составьте электронные уравнения и подберите коэффициенты для следующих окислительно-восстановительных реакций; укажите их тип (写出下列氧化还原反应的电子方程式并配平, 指出反应类型):



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6.

S-МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

化学实验 6. S-金属及其化合物

Цель работы: *изучить химические свойства s-металлов и их важнейших соединений на примерах натрия, магния, кальция и бария.*

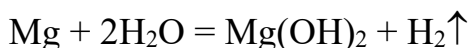
实验目的: 研究s-金属及其重要化合物的化学性质，以钠、镁、钙和钡为例。

Опыт 1. *Взаимодействие магния с водой.*

实验1: 镁与水的反应。

Возьмите ложечкой немного порошка магния и опустите в пробирку; налейте в пробирку 2 мл дистиллированной воды, капните фенолфталеин. Аккуратно нагрейте пробирку в пламени горелки.

用勺子取少量镁粉放入试管中，加入2毫升蒸馏水，滴加酚酞。小心地在火焰上加热试管。

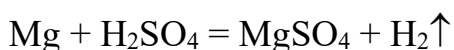
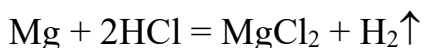


Опыт 2. *Взаимодействие магния с кислотами.*

实验2: 镁与酸的反应。

В пробирку добавьте немного порошка магния и налейте 2 мл раствора соляной кислоты HCl. В другую пробирку добавьте немного порошка магния и налейте 2 мл раствора серной кислоты H₂SO₄.

在试管中加入少量镁粉，加入2毫升盐酸（HCl）溶液。在另一试管中加入少量镁粉，加入2毫升硫酸（H₂SO₄）溶液。

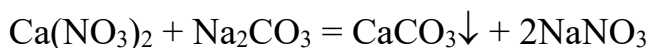
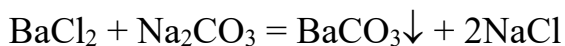


Опыт 3. Получение карбонатов кальция и бария.

实验3: 钙和钡的碳酸盐的制备。

Получите осадок карбоната кальция взаимодействием соли кальция (например, нитрата кальция $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) с раствором карбоната натрия Na_2CO_3 . Получите осадок карбоната бария взаимодействием соли бария (например, хлорида бария BaCl_2) с раствором карбоната натрия Na_2CO_3 . Подействуйте на полученные карбонаты раствором HCl , добавляя его по каплям. Запишите уравнения реакций образования карбонатов кальция и бария.

通过钙盐（例如，硝酸钙 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ）与碳酸钠（ Na_2CO_3 ）溶液反应制备碳酸钙沉淀。通过钡盐（例如，氯化钡 BaCl_2 ）与碳酸钠（ Na_2CO_3 ）溶液反应制备碳酸钡沉淀。滴加盐酸（ HCl ）溶液处理生成的碳酸盐。写出钙和钡的碳酸盐生成反应的方程式：



Запишите уравнения реакций их растворения в хлороводородной кислоте (写出它们在盐酸中的溶解反应方程式):

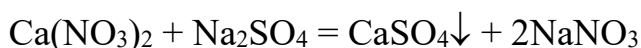


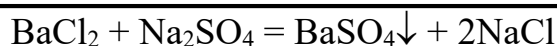
Опыт 4. Получение сульфатов кальция и бария.

实验4: 钙和钡的硫酸盐的制备。

В две пробирки налейте по 1–2 мл растворов солей: в первую – соли кальция, во вторую – соли бария. В каждую пробирку добавьте по 1–2 мл раствора сульфата натрия Na_2SO_4 . Отметьте различную скорость образования осадков.

在两个试管中分别加入1–2毫升钙盐和钡盐溶液。每个试管中加入1–2毫升硫酸钠（ Na_2SO_4 ）溶液。记录沉淀形成的不同速度。



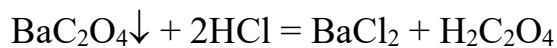
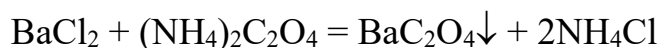
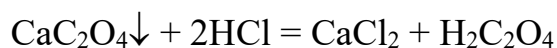
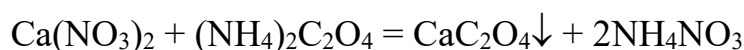


Опыт 5. *Получение оксалатов кальция и бария.*

实验5: 钙和钡的草酸盐的制备。

В две пробирки налейте по 1–2 мл растворов солей: в первую – соли кальция, во вторую – соли бария. В каждую пробирку добавьте по 1–2 мл раствора оксалата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Испытайте действие раствора HCl на полученные оксалаты. Напишите уравнения реакций образования оксалатов кальция и бария и их растворения в соляной кислоте.

在两个试管中分别加入1–2毫升钙盐和钡盐溶液。每个试管中加入1–2毫升草酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。用盐酸 (HCl) 处理生成的草酸盐。写出钙和钡的草酸盐生成反应和它们在盐酸中的溶解反应方程式：



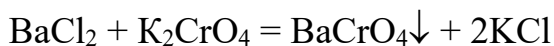
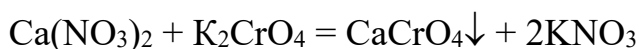
Опыт 6. *Получение хроматов кальция и бария.*

实验6: 钙和钡的铬酸盐的制备。

В две пробирки налейте по 1–2 мл растворов солей: в первую – соли кальция, во вторую – соли бария. В каждую пробирку добавьте по 1–2 мл раствора хромата калия K_2CrO_4 . Отметьте их цвет. Испытайте действие уксусной кислоты на осадок хромата кальция. На хромат бария подействуйте соляной кислотой HCl . Напишите уравнения реакций.

在两个试管中分别加入1–2毫升钙盐和钡盐溶液。每个试管中加入1–2毫升铬酸钾 (K_2CrO_4) 溶液。记录它们的颜色。用醋酸处理生成的钙铬酸盐沉淀。用盐酸 (HCl) 处理钡铬酸盐。写出反应方程式：

1) образования хроматов кальция и бария (钙和钡的铬酸盐的生成反应):



2) взаимодействия хромата кальция с уксусной кислотой (钙铬酸盐与醋酸的反应):



3) взаимодействия хромата бария с соляной кислотой (钡铬酸盐与盐酸的反应):



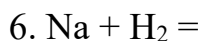
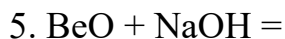
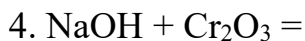
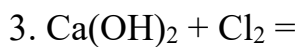
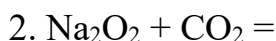
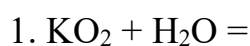
Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить переходы (写出能够实现以下转化的反应方程式):



2. Закончите уравнения реакций (补全以下反应方程式):



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7.

P-МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

化学实验 7. *P*-金属及其化合物

Цель работы: *изучить химические свойства *p*-металлов и их важнейших соединений на примерах алюминия, олова и свинца.*

实验目的: 研究*p*-金属及其重要化合物的化学性质，以铝、锡和铅为例。

Свойства алюминия (铝的性质)

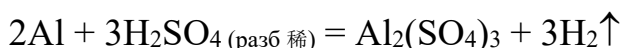
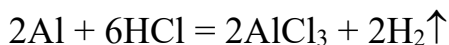
Опыт 1. *Взаимодействие алюминия с кислотами.*

实验1: 铝与酸的反应。

Опыт необходимо выполнять под тягой.

Опустите в 2 пробирки немного стружек алюминия (или алюминиевую пудру). В одну пробирку налейте раствор соляной кислоты HCl; в другую – раствор серной кислоты H₂SO₄. Наблюдайте выделение водорода и растворение алюминия. Напишите уравнения протекающих реакций.

实验需要在通风橱下进行。将少量铝屑（或铝粉）放入两个试管中。一支试管中加入盐酸（HCl）溶液，另一支试管中加入硫酸（H₂SO₄）溶液。观察氢气的产生和铝的溶解。写出反应方程式：



Алюминий «пассивируется» на холоде (не взаимодействует на холоде) с концентрированной серной кислотой H₂SO₄ и азотной кислотой HNO₃.

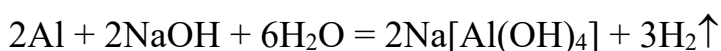
铝在冷状态下与浓硫酸（H₂SO₄）和硝酸（HNO₃）不会反应。

Опыт 2. Растворение алюминия в водном растворе щелочи.

实验2: 铝在碱性水溶液中的溶解。

Внесите в пробирку один микрошпатель алюминиевой пудры и добавьте 2 мл раствора щелочи (NaOH). Через некоторое время наблюдайте признаки реакции – растворение алюминия и выделение водорода. Реакция протекает по приведенной ниже схеме.

在试管中加入一小勺铝粉和2毫升碱液 (NaOH) 溶液。稍后观察铝的溶解和氢气的释放。反应过程如下:

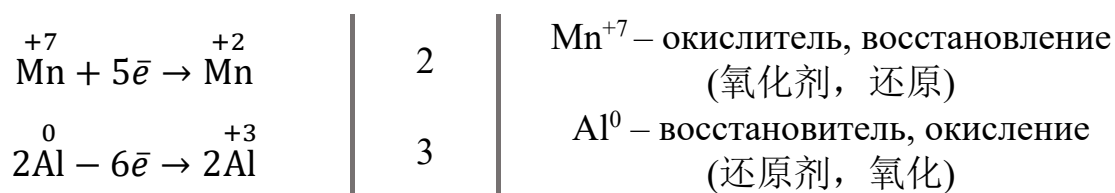
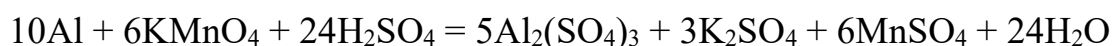


Опыт 3. Окисление алюминия перманганатом калия.

实验3: 铝的高锰酸钾氧化反应。

В пробирку всыпьте немного порошка алюминия, налейте 1–2 капли перманганата калия KMnO_4 и 1 мл раствора серной кислоты H_2SO_4 . Через некоторое время наблюдайте обесцвечивание перманганата.

在试管中加入少量铝粉，滴加1–2滴高锰酸钾 (KMnO_4) 溶液和1毫升硫酸 (H_2SO_4) 溶液。稍后观察高锰酸钾溶液褪色。



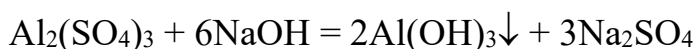
Свойства соединений алюминия (铝化合物的性质)

Опыт 4. Получение и изучение свойств гидроксида алюминия.

实验4: 氢氧化铝的制备和性质研究。

1. В пробирку налейте 2 мл раствора сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, прилейте по каплям раствор гидроксида натрия до появления осадка.

在试管中加入2毫升硫酸铝 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液，滴加氢氧化钠溶液直到沉淀出现。



2. Разделите осадок пополам в две пробирки. Гидроксид алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ амфотерный, то есть образует соли при взаимодействии с кислотами и щелочами. В одну пробирку с $\text{Al}(\text{OH})_3$ налейте раствор HCl , в другую пробирку – раствор NaOH .

将沉淀分成两份放入两个试管中。氢氧化铝 ($\text{Al}(\text{OH})_3$) 是两性化合物，即在酸和碱中都能形成盐。将一试管中的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与盐酸 (HCl) 溶液反应，另一试管中的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 与氢氧化钠 (NaOH) 溶液反应。



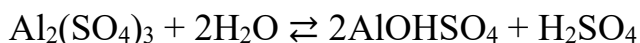
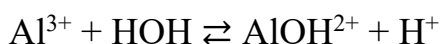
Опыт 5. *Гидролиз солей алюминия.*

实验5: 铝盐的水解反应.

В пробирку налейте 1 мл раствора сульфата алюминия, капните лакмус. Объясните изменение цвета раствора в пробирке.

Уравнения гидролиза сульфата алюминия (по I степени) в молекулярной и ионной формах имеют приведенный ниже вид.

在试管中加入1毫升硫酸铝溶液，滴加石蕊。解释试管中溶液颜色的变化。铝硫酸盐的水解方程式（第一阶段）以分子形式和离子形式显示如下：



Восстановительные свойства соединений олова (II)

锡(II)化合物的还原性

Опыт 6. *Восстановление хлоридом олова (II) перманганата калия.*

实验6: 锡(II)氯化物对高锰酸钾的还原反应.

В пробирку налейте 1 мл раствора перманганата калия KMnO_4 , затем добавьте 0,5 мл раствора соляной кислоты HCl ; далее прилейте раствор хлорида олова (II) SnCl_2 до обесцвечивания раствора.

在试管中加入1毫升高锰酸钾溶液 (KMnO_4)，然后加入0.5毫升盐酸 (HCl) 溶液；接着滴加锡(II)氯化物 (SnCl_2) 溶液，直到溶液褪色。

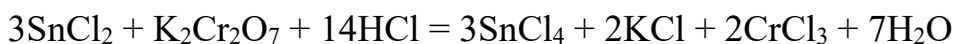


Опыт 7. Восстановление хлоридом олова (II) дихромата калия.

实验7: 锡(II)氯化物对重铬酸钾的还原反应.

В пробирку налейте 0,5 мл раствора дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, добавьте 0,5 мл HCl и прилейте 1 мл раствора хлорида олова (II) SnCl_2 до появления синей окраски.

在试管中加入0.5毫升重铬酸钾溶液 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)，然后加入0.5毫升盐酸 (HCl) 溶液，再滴加1毫升锡(II)氯化物 (SnCl_2) 溶液，直到出现蓝色。



Качественные реакции соединений свинца (II)

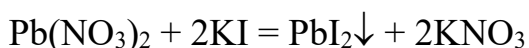
铅(II)化合物的定性反应

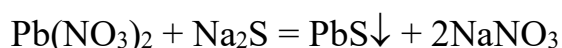
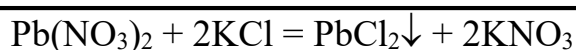
Опыт 8. Получение хлорида свинца (II), иодида свинца (II).

实验8: 铅(II)氯化物和铅(II)碘化物的制备.

В три пробирки налейте по 1–2 мл нитрата свинца. В одну пробирку прилейте 5 капель иодида калия, в другую – хлорида калия, в третью – сульфид натрия. Какой цвет приобретают осадки?

在三个试管中分别加入1–2毫升硝酸铅溶液。往一个试管中滴加5滴碘化钾溶液，另一个试管中滴加氯化钾溶液，第三个试管中滴加硫化钠溶液。沉淀物呈现什么颜色？





Проведите реакции нитрата свинца с сульфатом натрия, хроматом калия.

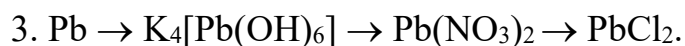
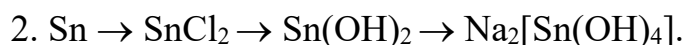
Отметьте цвет полученных осадков.

与硫酸钠和铬酸钾反应生成铅硝酸盐。记录沉淀物的颜色。

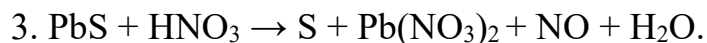
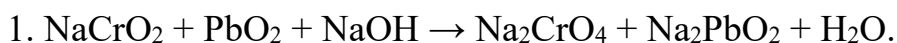
Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

1. Напишите уравнения реакций согласно схеме (根据下列反应路径写出化学方程式) :



2. Подберите коэффициенты в уравнениях окислительно-восстановительных реакций (在下列氧化还原反应中配平化学方程式) :



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8.
D-ЭЛЕМЕНТЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

化学实验 8. D-元素及其化合物

Цель работы: *изучить химические свойства соединений d-элементов на примерах хрома, марганца и железа.*

实验目标: 研究铬、锰、铁等d元素化合物的化学性质。

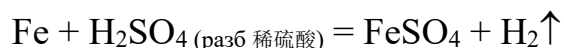
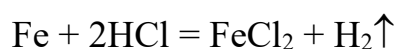
Опыт 1. *Взаимодействие железа с кислотами.*

实验1: 铁与酸的反应.

Опыт проводится под тягой.

В две пробирки насыпьте ложечкой немного железных опилок, в первую пробирку налейте 2 мл раствора серной кислоты H_2SO_4 , во вторую – раствор соляной кислоты HCl . Что наблюдается?

在通风橱内进行实验。向两个试管中各放入少量铁屑，第一试管中加入2毫升硫酸(H_2SO_4)溶液，第二试管中加入2毫升盐酸(HCl)溶液。然后在每个试管中加入少量铁屑。观察发生的现象，发现什么？



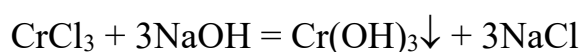
Опыт 2. *Получение гидроксида хрома (III) и изучение амфотерных свойств.*

实验2: 制备铬(III)氢氧化物并研究其两性性质.

В пробирку налейте 2 мл раствора соли хрома (III). Добавьте несколько капель щелочи (KOH и $NaOH$) до образования осадка. Содержимое пробирок

разделите пополам в две пробирки. В одну пробирку с полученным гидроксидом хрома (III) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ налейте раствор соляной кислоты HCl , во вторую пробирку – раствор щелочи NaOH .

在试管中加入2毫升铬(III)盐溶液。加入几滴碱液(如氢氧化钾(KOH)和氢氧化钠(NaOH), 直到形成沉淀。将试管内容物平均分为两份。第一试管中的铬(III)氢氧化物 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀中加入盐酸(HCl)溶液, 第二试管中加入氢氧化钠(NaOH)溶液。



Опыт 3. *Получение гидроксидов марганца (II) и железа (II), окисление их кислородом воздуха.*

实验3: 制备锰(II)和铁(II)氢氧化物, 并观察它们在空气中氧化的现象。

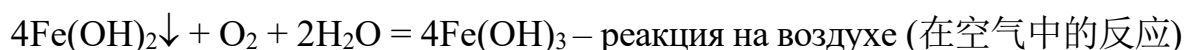
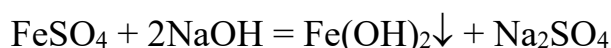
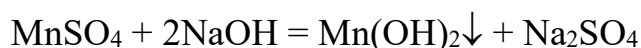
В одну пробирку налейте 1 мл раствора сульфата марганца (II), в другую – раствор сульфата железа (II). Затем в каждую из пробирок прилейте по несколько капель раствора NaOH до выпадения осадков гидроксидов. Отметьте цвет полученных гидроксидов. Разделите каждый осадок на две части. Отметьте побурение осадков вследствие окисления Mn^{2+} до Mn^{4+} и Fe^{2+} до Fe^{3+} . Ко вторым частям осадков добавьте по 2–3 капли раствора HCl . Что наблюдается?

Уравнения реакций получения гидроксидов марганца (II) и железа (II), а также их взаимодействия с кислотой и кислородом воздуха имеют приведенный ниже вид.

在一个试管中加入1毫升锰(II)硫酸盐溶液, 另一个试管中加入铁(II)硫酸盐溶液。然后在每个试管中加入几滴氢氧化钠(NaOH)溶液, 直至形成氢氧化物沉淀。记录得到的氢氧化物的颜色。将每个沉淀分成两部分。记录沉淀颜

色变化, 说明 Mn^{2+} 被氧化成 Mn^{4+} , Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} 。在沉淀的第二部分中加入2–3滴HCl溶液。观察到什么现象?

得到的锰(II)和铁(II)的氢氧化物反应方程式, 以及它们与酸和空气中的氧的反应方程式如下:



Опыт 4. Восстановительные свойства железа (II).

实验4: 铁(II)的还原性.

В пробирку налейте 0,5 мл раствора перманганата калия $KMnO_4$ и 0,5 мл раствора серной кислоты H_2SO_4 . Затем добавьте 1 мл раствора сульфата железа (II) $FeSO_4$ до изменения окраски.

在试管中加入0.5毫升高锰酸钾($KMnO_4$)溶液和0.5毫升硫酸(H_2SO_4)溶液。然后加入1毫升硫酸亚铁(II)($FeSO_4$)溶液, 观察颜色的变化。



Опыт 5. Окислительные свойства железа (III).

实验5: 铁(III)的氧化性.

Налейте в пробирку 1 мл раствора хлорида железа (III) $FeCl_3$ и 1 мл раствора иодида калия KI .

在试管中加入1毫升氯化铁(III)($FeCl_3$)溶液和1毫升碘化钾(KI)溶液。

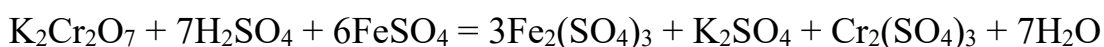


Опыт 6. Окислительные свойства соединений хрома (VI).

实验6: 铬(VI)化合物的氧化性质.

В пробирку налейте 0,5 мл раствора дихромата калия $K_2Cr_2O_7$ и 0,5 мл раствора серной кислоты H_2SO_4 ; затем налейте 1 мл сульфата железа (II) $FeSO_4$ до изменения окраски.

在试管中加入0.5毫升重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$)溶液和0.5毫升硫酸(H_2SO_4)溶液; 然后加入1毫升硫酸亚铁($FeSO_4$)溶液, 直到颜色发生变化。

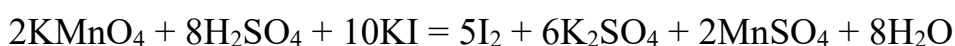


Опыт 7. Окислительные свойства соединений марганца (VII).

实验7: 锰(VII)化合物的氧化性质.

В пробирку налейте 0,5 мл раствора перманганата калия $KMnO_4$; 0,5 раствора серной кислоты H_2SO_4 и 1 мл раствора йодида калия KI до изменения цвета раствора.

在试管中加入0.5毫升高锰酸钾($KMnO_4$)溶液、0.5毫升硫酸(H_2SO_4)溶液和1毫升碘化钾(KI)溶液, 观察溶液的颜色变化。

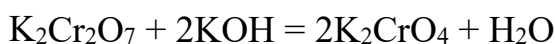


Опыт 8. Влияние pH на хроматы и дихроматы.

实验8: pH对铬酸盐和重铬酸盐的影响.

В пробирку налейте 1 мл хромата калия K_2CrO_4 и прилейте серной кислоты H_2SO_4 . Как при этом изменяется цвет? В пробирку прилейте щелочи KOH , как снова изменяется цвет раствора?

在试管中加入1毫升铬酸钾(K_2CrO_4)溶液, 然后加入硫酸(H_2SO_4)。观察颜色变化后怎么样? 再加入氢氧化钾(KOH), 观察溶液颜色的再次变化什么样?



Опыт 9. Получение комплексных соединений железа (III).

实验9: 获得三价铁(III)的络合物.

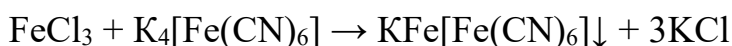
1. В пробирку налейте 1 мл раствора хлорида железа (III) FeCl_3 и 1 мл раствора роданида аммония NH_4CNS .

向试管中加入1毫升三氯化铁(III)溶液 (FeCl_3) 和1毫升氰化铵(NH_4CNS) 溶液。



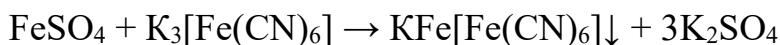
2. В пробирку налейте 1 мл хлорида железа (III) FeCl_3 и 2 мл *гексацианоферрат (II) калия (желтая кровяная соль)* $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Образуется синее окрашивание (*берлинская лазурь*).

向试管中加入1毫升三氯化铁(III)溶液 (FeCl_3) 和2毫升黄色血盐钾 (六氰铁(II)酸钾) ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) 溶液。生成蓝色沉淀 (普鲁士蓝):



3. В пробирку налейте 1 мл сульфата железа (II) FeSO_4 и *гексацианоферрат (III) калия (красная кровяная соль)* $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Образуется синий осадок (*турнбулева синь*).

在试管中加入1毫升硫酸亚铁(II) (FeSO_4) 和赤血盐钾 (六氰铁(III)酸钾) ($\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$) 溶液。生成蓝色沉淀—柏林蓝:

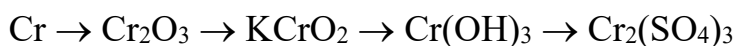


Обратите внимание, что формулы берлинской лазури и турнбулевой сини одинаковые. 请注意, 柏林蓝和普鲁士蓝的化学式是相同的。

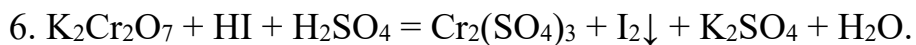
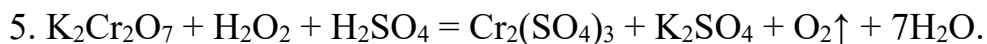
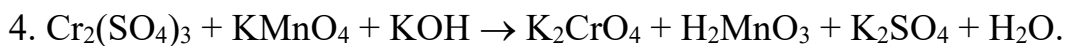
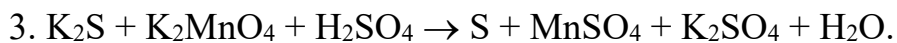
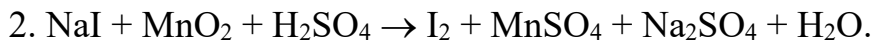
Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

1. Осуществите превращения и назовите соединения хрома (进行转化并命名铬的化合物):



2. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций (编写氧化还原反应的方程式):



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9.
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПИРТОВ И ФЕНОЛОВ

化学实验 9. 酒精和酚类的化学性质

Опыт 1. *Образование этилата (алкоголята) натрия.*

实验1: 形成钠的乙醇盐（乙醇盐）。

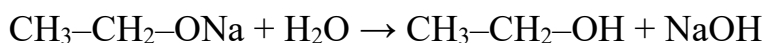
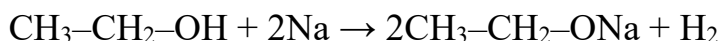
В пробирку налейте 2 мл этанола, добавьте кусочек чистого (очищенного от корочек и отжатого от керосина) металлического натрия, размером с пшеничное зерно. Жидкость в пробирке постепенно густеет, натрий покрывается слоем алкоголята.

Прибавьте в пробирку с этилатом натрия около 1 мл дистиллированной воды. Наблюдайте растворение осадка. При прибавлении в пробирку спиртового раствора фенолфталеина появляется красное окрашивание. Это говорит о том, что алкогольаты легко гидролизуются, образуя исходный спирт и щелочь.

在试管中加入2毫升乙醇，加入一小块纯金属钠（从结皮和煤油中净化），大小如小麦粒。试管中的液体逐渐变稠，钠被乙醇盐覆盖。

向钠的乙醇盐试管中加入约1毫升蒸馏水。观察沉淀物的溶解情况。当加入乙醇溶液中的酚酞时，出现红色，这表明乙醇盐容易发生水解，形成原始的酒精和碱。

Химизм процесса (过程的化学反应):

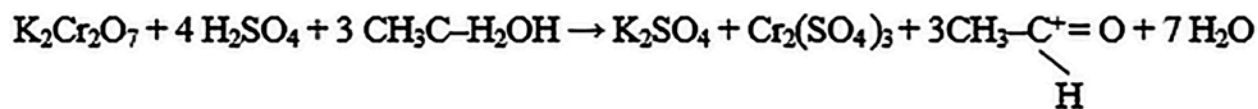


Опыт 2. *Окисление этилового спирта.*

实验2: 乙醇的氧化。

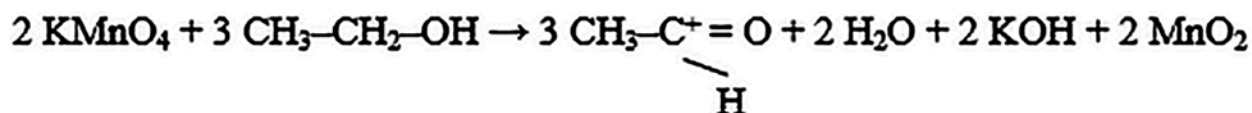
Окисление спирта хромовой смесью. В пробирку налейте 1 мл хромовой смеси ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4$) и прибавьте к ней 1 мл этанола.

用铬混合物氧化乙醇。在试管中加入1毫升铬混合物 ($K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4$) 并加入1毫升乙醇。



Окисление этилового спирта перманганатом калия. В пробирку поместите 2 мл этилового спирта и 1 мл перманганата калия $KMnO_4$. Через некоторое время образуется бурый осадок двуокиси марганца.

氧化乙醇钾高锰酸盐。在试管中放入2毫升乙醇和1毫升钾高锰酸盐溶液 $KMnO_4$ 。经过一段时间形成二氧化锰的棕色沉淀。



Опыт 3. Обнаружение примеси метилового спирта в этиловом спирте.

实验3: 检测乙醇中甲醇杂质.

Опыт проводят параллельно с этиловым спиртом и спиртом, содержащим примесь метилового спирта.

В две пробирки поместите по 3–5 капель спирта и прибавьте в каждую по 1 см³ разбавленной серной кислоты и 3 см³ раствора перманганата калия. Через 5–10 минут добавьте еще по 2 см³ серной кислоты. Получившийся раствор должен быть бесцветным. Если раствор имеет розоватую окраску, в пробирки вносят очень малое количество сульфита калия или натрия до полного обесцвечивания смеси. Затем к полученной жидкости добавьте равный объем фуксинсернистой кислоты.

Через 5–10 минут сравните окраску раствора, содержавшего метиловый спирт и не содержавшего его.

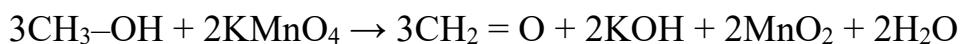
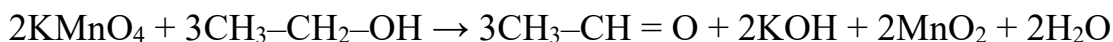
实验同时进行，分别使用乙醇和含有甲醇杂质的酒精。

在两支试管中各放3–5滴酒精，然后各加入1立方厘米稀硫酸和3立方厘米的高锰酸钾溶液。5–10分钟后再加入2立方厘米的硫酸。得到的溶液应是

无色的。如果溶液呈现淡粉色，则加入少量的亚硫酸钾或钠，直到混合物完全褪色。然后加入等量的品红亚硫酸溶液。

5–10分钟后比较含甲醇和不含甲醇的溶液的颜色。

Химизм процесса (过程的化学反应):



Из двух образовавшихся альдегидов только формальдегид в кислой среде дает розовую окраску с фуксинсернистой кислотой.

在两种生成的醛中，只有甲醛在酸性环境中与品红亚硫酸反应会呈现粉红色。

Опыт 4. *Дегидратация глицерина.*

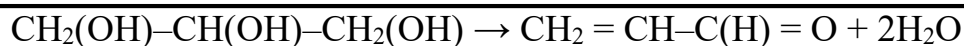
实验4: 甘油脱水反应.

В пробирку поместите около 1 г бисульфата калия или натрия в порошке (при отсутствии бисульфата калия или натрия его получают непосредственно во время опыта, смешивая в сухой пробирке 0,5–0,6 г средней сернокислой соли калия или натрия с 5–6 каплями концентрированной серной кислоты). Затем добавьте в пробирку несколько капель глицерина и осторожно нагрейте на пламени спиртовой горелки (в вытяжном шкафу!). По появлению очень едкого запаха обнаруживают появление акролеина.

Химизм процесса: при отщеплении двух молекул воды от молекулы глицерина образуется непредельный альдегид акролеин.

将约1克的钾或钠重硫酸盐粉末放入试管中（如果没有钾或钠重硫酸盐，可以在实验过程中直接生成，将0.5–0.6克中等硫酸盐与5–6滴浓硫酸在干燥的试管中混合）。然后加入几滴甘油，小心地在酒精灯火焰上加热（在通风橱中!）。当出现非常刺激的气味时，表明存在丙烯醛。

反应过程的化学机制：当甘油分子中脱去两分子的水时，生成了不饱和醛丙烯醛：



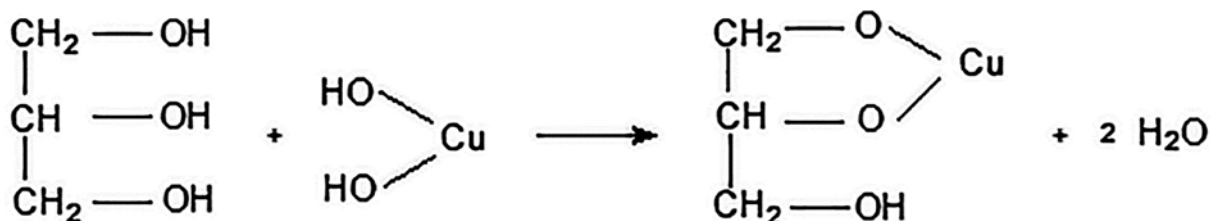
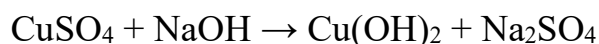
Опыт 5. *Получение глицерата меди.*

实验5: 铜甘油酸酯的制备.

В пробирку налейте 2–3 см³ раствора NaOH, добавьте несколько капель раствора сульфата меди CuSO₄. Появляется хлопьевидный осадок гидроокиси меди синего цвета. После этого в смесь по капле приливайте глицерин, при постоянном встряхивании. Осадок исчезает, образуется темно-синий прозрачный раствор глицерата меди.

向试管中加入 2–3 立方厘米的 NaOH 溶液，再滴加几滴硫酸铜 (CuSO₄) 溶液。此时会出现蓝色的氢氧化铜絮状沉淀。然后，在不断搅拌的过程中，逐滴加入甘油。沉淀会消失，形成深蓝色透明的甘油酸铜溶液。

Химизм процесса (过程的化学反应):



Опыт 6. *Образование сложного эфира.*

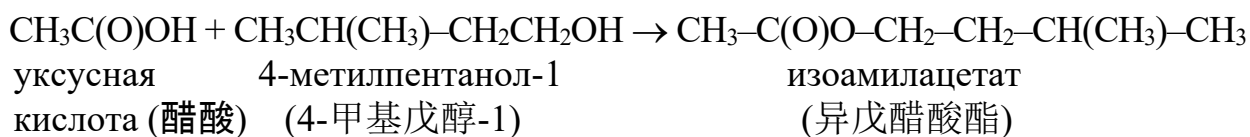
实验6: 复杂酯的生成.

В пробирку налейте 1 мл концентрированной уксусной кислоты и 1 мл изоамилового спирта; затем добавьте 2 капли концентрированной серной кислоты. Смесь нагрейте на водяной бане при кипении воды в течение 10 минут и выливайте на лед.

Образовавшийся сложный эфир всплывает на поверхность воды.

在试管中加入1毫升浓醋酸和1毫升异戊醇；然后加入2滴浓硫酸。将混合物在水浴中加热10分钟，然后倒在冰上。生成的复杂酯会漂浮在水面上。

Химизм процесса (过程的化学反应):



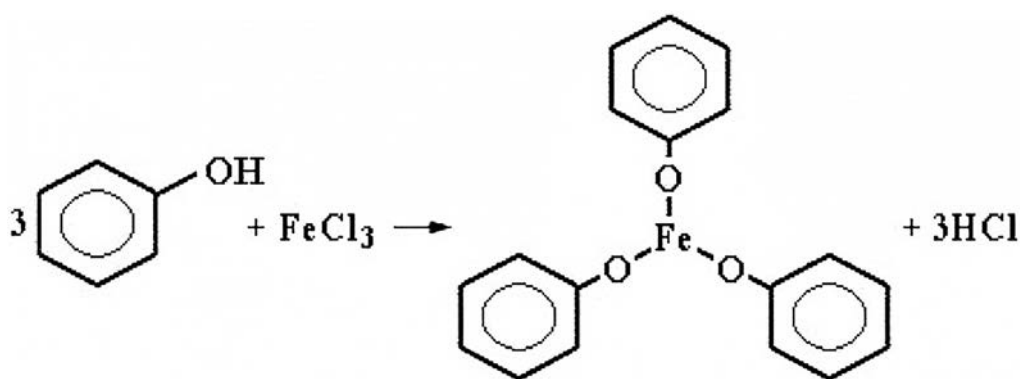
Опыт 7. *Взаимодействие фенолов с хлоридом железа (III).*

实验7: 酚类与三氯化铁的反应.

Приготовьте по 2 мл водных растворов фенола, пирокатехина, резорцина, гидрохинона. В каждую пробирку добавьте несколько капель раствора хлорида железа (III). Раствор пирокатехина окрашивается в изумрудно-зеленый цвет, растворы фенола и резорцина – в фиолетовый. Раствор гидрохинона сначала зеленеет, затем буреет и при стоянии из него выпадают красивые темно-зеленые игольчатые кристаллы хингидрона.

准备2毫升的苯酚、邻苯二酚、间苯二酚和对苯二酚水溶液。向每个试管中加入几滴三氯化铁溶液(III)。邻苯二酚溶液呈现翡翠绿色，苯酚和间苯二酚溶液呈紫色。对苯二酚溶液先变绿，再变褐色，并在静置时析出美丽的深绿色针状氢醌晶体。

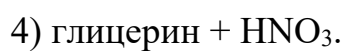
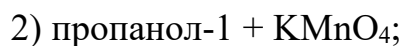
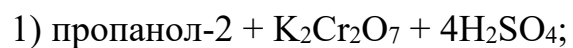
Химизм процесса (过程的化学反应):



Упражнения для самоконтроля

自我检测练习

Напишите уравнения реакций, характерных для спиртов и фенолов (写出适用于醇类和酚类的反应方程式):



Учебное издание

*Пакурина Антонина Павловна,
доктор химических наук, профессор
帕库西娜·安东尼娜·帕夫洛夫娜*

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ
化学实验课

Учебно-методическое пособие
教育和有条不紊的手册

Подписано в печать 30.10.2024 г.
Формат 60x90/16. Уч.-изд. л – 1,22. Усл. печ. л. – 2,99.
Тираж по требованию. Заказ 111.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Дальневосточного государственного
аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86