Общая и неорганическая химия.

Раздел «Неорганическая химия» (2 семестр)

**М е т о д и ч е с к и е у к а з а н и я**

Аудиторные занятия по дисциплине «Общая и неорганическая химия» во 2 семестре состоят из лекций и лабораторных работ.

В разделе «Неорганическая химия» на базе полученных в первом семестре сведений об основах химической термодинамики, основах химии растворов и основах строения вещества рассматриваются свойства s-, p-, d-, f-элементов и их соединений, изучаются способы получения наиболее широко применяемых веществ и их свойства.

Целью выполнения лабораторных работ является закрепление полученных знаний по дисциплине, получение опыта проведения экспериментальных исследований, обработки и анализа полученных результатов, формулирования выводов по выполненной работе. При изучении раздела «Неорганическая химия» студенты выполняют пробирочные опыты, иллюстрирующие свойства неорганических веществ и осуществляют синтезы неорганических соединений.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен проработать соответствующие подразделы дисциплины по конспекту лекций и учебникам [1] [2] [3] [4] из библиографического списка (страницы приведены в соответствующем разделе «Лекции») и решить задачи из домашнего задания.

Суммарный рейтинговый балл за семестр по дисциплине «Общая и неорганическая химия» во 2 семестре (максимально 60 баллов) составляется из баллов, полученных за:

а) выполнение и защиталабораторных работ – максимально 30 баллов;

б) выполнение домашних работ – максимально 22 балла (11 работ по 2 балла за каждую);

в) посещение лекций - максимально 4 балла;

г) конспект лекций – максимально 4 балла.

*Изучение дисциплины “Общая и неорганическая химия” во 2 семестре завершается экзаменом (максимально 40 баллов). До экзамена не допускаются студенты: а) не выполнившие лабораторный практикум и не защитившие все работы, б) набравшие в семестре менее 30 баллов.*

**Библиографический список.**

[1] Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1981.- 630 с.

[2] Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1992-2004.-592с.

[3] Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений (часть 1). М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011 г.- 148 с.

[4] Соловьев С.Н. Начала химии. Химия элементов и их соединений (часть 2). М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 2011 г.- 78 с.

[5] Практикум по неорганической химии /Под ред. А.Ф. Воробьева и С.И. Дракина. М.: Химия, 1984.-246 с.

[6] Алекса А.А., Ахапкина Т.Е., Барботина Н.Н. и др. Неорганическая химия. Вопросы и задачи: в 2 ч. Ч.1. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. -116 с. (пособие есть в электронном виде на Google-диске).

[7] Барботина Н.Н., Горбунов А.В. и др. Неорганическая химия. Вопросы и задачи: в 2 ч. Ч.2. - М.:РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2022. -116 с.

ЛЕКЦИИ

 **Лекция 1. *s - элементы.***

Общая характеристика элементов группы 1; нахождение в природе, получение. Сравнение химической активности щелочных металлов. Гидриды, оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды; химическая связь в этих соединениях, их свойства. Гидроксиды, их получение и свойства. Общая характеристика солей. Понятие об аммиачном способе получения соды. Применение металлов и соединений.

Общая характеристика элементов группы 2; нахождение в природе, получение и свойства, применение. Гидриды, оксиды, гидроксиды, получение и свойства, применение. Общая характеристика солей, их растворимость, гидролиз. Применение соединений. Представление о вяжущих веществах. Закономерности изменения свойств металлов и однотипных соединений в ряду бериллий - радий. Токсичность соединений бериллия.

 [1] - с.295-326, [2] - с.315-342, [3] – с.4-35.

### Лекции 2 – 3. *Группа 13 (р - элементы)*

Общая характеристика элементов группы. Характерные степени окисления элементов и отвечающие им типы соединений.

А. Бор. Общая характеристика, нахождение в природе, получение, свойства, применение. Бориды, их получение и свойства. Бороводороды, их получение, строение и свойства. Борогидриды металлов. Оксид бора и борные кислоты, строение и свойства; бораты. Химия водных растворов. Галогениды бора, тетрафторобораты, строение, свойства, получение. Нитрид бора, строение и свойства. Применение соединений бора; их токсичность.

Б. Алюминий. Общая характеристика, нахождение в природе, свойства, получение и применение. Оксид, оксогидроксид и гидроксид, строение, получение и свойства. Общая характеристика солей алюминия, их растворимость, гидролиз. Химия водных растворов, гидролиз. Квасцы. Гидрид алюминия, алюмогидриды металлов. Применение соединений алюминия. Токсикология.

В. Галлий, Индий, Таллий. Общая характеристика, нахождение в природе, понятие о получении; свойства, применение. Оксиды и гидроксиды, получение и свойства. Соединение типа А В. Соединения таллия (1). Применение соединений галлия, индия, таллия. Токсичность соединений.

[1] - с.326-351, [2] - с.342-362, [3] – с.36-54.

### Лекции 4 – 5. *Группа 14 (р - элементы)*

Общая характеристика группы. Степени окисления элементов и типы соединений. Понятие о гомоцепных и гетероцепных неорганических полимерах.

А. Углерод. Общая характеристика, нахождение в природе. Аллотропные модификации углерода, строение и свойства. Получение искусственных алмазов. Активированный уголь, его адсорбционные свойства. Углеграфитовые материалы. Стеклоуглерод. Соединения внедрения графита. Химические свойства углерода. Карбиды, их получение, строение и классификация. Оксиды углерода (11, 1У), строение, свойства, получение. Оксид-дихлорид углерода. Карбамид, строение, свойства, получение. Угольная кислота и ее соли. Цианид водорода и цианиды металлов; их получение и свойства. Цианид-ион как лиганд. Цианидные комплексы металлов. Тиоцианаты. Применение углерода и его неорганических соединений.

Б. Кремний. Общая характеристика, нахождение в природе, получение, свойства, применение. Диоксид, строение и свойства. Кварцевое стекло. Силикагель. Силикаты и алюмосиликаты, понятие о их типах. Природные и искусственные цеолиты. Виды стекла и керамики, получение и свойства. Водородные соединения кремния; получение и свойства. Силициды металлов. Нитрид кремния. Применение соединений кремния.

В. Германий, олово, свинец. Общая характеристика, нахождение в природе, получение, свойства. Характер изменения строения и свойств простых веществ в ряду углерод - свинец. Водородные соединения германия. Оксиды и гидроксиды, их амфотерность. Химия водных растворов. Германаты (II, IV), станнаты (II, IV), плюмбаты (II, IV). Сульфиды, их свойства. Общая характеристика солей, их растворимость. Сравнение окислительно-восстановительных свойств однотипных соединений. Применение германия, олова, свинца и их соединений.

[1] - с.351-392, [2] - с.362-395, [3] – с.54-79.

### Лекции 6 – 8. *Группа 15 (р - элементы)*

Общая характеристика. Степени окисления элементов и типы соединений.

А. Азот. Общая характеристика и нахождение в природе. Строение молекулярного азота и его свойства, получение. Проблема связанного азота и пути ее решения. Нитрогенильные комплексы. Водородные соединения. Аммиак, строение молекулы, получение и свойства Жидкий аммиак как растворитель. Соли аммония, их свойства. Аммиак как лиганд. Амминокомплексы металлов. Амиды, имиды, нитриды, их взаимодействие с водой. Гидроксиламин, строение молекулы, свойства и получение. Гидразин, получение, строение, свойства. Азотоводородная кислота, получение, строение и свойства. Азиды металлов. Оксиды азота, их получение, строение и свойства. Влияние на окружающую среду оксидов азота. Кислородосодержащие кислоты. Азотистая кислота, ее строение и свойства. Нитриты, их свойства. Азотная кислота, получение, строение и свойства, взаимодействие с металлами и неметаллами, зависимость окислительных свойств от концентрации. Нитраты, их термическая устойчивость, окислительная активность. Соединения нитрозила и нитроила. Применение азота и его соединений. Азотные удобрения.

Б. Фосфор. Общая характеристика, нахождение в природе. Красный, белый, черный фосфор. Их получение, строение и свойства. Токсичность белого фосфора. Водородные соединения фосфора, их получение, строение и свойства. Производные фосфония. Фосфиды металлов. Оксиды фосфора (III, V); получение, строение, свойства. Фосфорные кислоты получение, строение и свойства. Триоксогидрофосфат (III) водорода, диоксодигидрофосфат (I) водорода - строение, свойства и получение. Галогениды фосфора, получение, строение, свойства, гидролиз. Оксохлорид фосфора. Применение фосфора и его соединений. Фосфорные удобрения.

В. Мышьяк, сурьма, висмут. Общая характеристика, нахождение в природе, получение, свойства. Сравнение свойств аммиака, фосфина, арсина, стибина и висмутина. Получение арсина. Арсениды и стибиды. Оксиды. Кислоты мышьяка и сурьмы, их получение и свойства. Сравнение строения и свойств галогенидов азота, фосфора, мышьяка, сурьмы и висмута. Их гидролиз. Соли антимонила и висмутила. Сульфиды, их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Сравнение окислительно-восстановительных свойств однотипных соединений р-элементов У группы. Применение мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений. Токсичность производных мышьяка, сурьмы, висмута.

[1] - с.392-435, [2] - с.395-430, [3] – с.79-112.

### Лекции 9 – 10. *Группа 16 (р - элементы)*

Общая характеристика. Степени окисления элементов и типы соединений.

А. Кислород. Общая характеристика, нахождение в природе, получение и свойства. Строение молекулы. Озон, его получение, строение, свойства. Фториды кислорода. Диоксигенильные соединения. Вода. Квазикристаллическая структура. Структура льда. Свойства воды как растворителя. Жесткость воды. Характер изменения кислотно-основных свойств в ряду оксидов s- и р-элементов данного периода. Пероксид водорода, его получение, строение. Кислотные, окислительные и восстановительные свойства. Пероксиды металлов. Применение кислорода и его соединений.

Б. Сера, Селен, Теллур. Общая характеристика, нахождение в природе, получение и свойства. Аллотропия серы, селена и теллура. Сравнение строения и свойств простых веществ в ряду кислород - полоний. Сульфаны. Сероводород, получение, строение, свойства. Сульфиды, методы их получения и свойства. Растворимость и гидролиз сульфидов, их отношение к кислотам. Полисульфиды. Селениды и теллуриды. Диоксиды, их строение, получение и свойства. Влияние на окружающую среду промышленных выбросов диоксида серы. Триоксид серы, получение, строение и свойства. Кислородосодержащие кислоты серы и их соли. Сульфиты, их окислительно-восстановительные свойства. Серная кислота, получение, строение, свойства. Взаимодействие серной кислоты с металлами и неметаллами. Дегидратирующее действие серной кислоты. Соли серной кислоты, их свойства; квасцы. Дисерная кислота. Тиосерная кислота, тиосульфат натрия, получение, строение и свойства. Пероксодисерная кислота, строение, свойства, получение. Соединения серы с галогенами, их получение, свойства и строение. Хлорсульфоновая кислота, получение, строение и свойства. Применение серы, селена, теллура и их соединений. Токсичность соединений.

[1] - с.435-462, [2] - с.430-452, [3] – с.112-127.

### Лекция 11. *Группа 6 (d - элементы)*

Общая характеристика. Степени окисления элементов. Нахождение элементов в природе. Получение простых веществ, их свойства. Строение и свойства карбонилов. Химия водных растворов; аква- и гидроксокомплексы хрома (III), кристаллогидраты, гидратная изомерия, квасцы. Типы и строение комплексных соединений хрома (III). Оксид хрома (VI), хромата, дихроматы (VI), их получение и свойства. Влияние степени окисления хрома на кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства его соединений. Характеристика соединений молибдена и вольфрама; их общность и различие с однотипными соединениями хрома. Применение хрома, молибдена, вольфрама и их соединений. Токсичность соединений хрома. Биологическая роль соединений молибдена.

[1] - с.527-544, [2] - с.507-521, [4] – с.26-35.

### Лекция 12. *Группа 7 (d - элементы)*

Общая характеристика. Степени окисления элементов. Нахождение элементов в природе. Получение, свойства простых веществ. Карбонилы марганца. Соединения марганца (II), их получение, свойства. Диоксид марганца. Манганаты, получение и свойства. Перманганаты, получение и свойства. Оксид марганца (VII) и марганцовая кислота. Влияние среды на направление окислительно-восстановительных реакций с участием соединений марганца. Характеристика соединений технеция и рения и сравнение их свойств со свойствами соединений марганца. Применение марганца, технеция, рения и их соединений.

[1] - с.544-554, [2] - с.521-529, [4] – с.35-41.

### Лекция 13. *Группы 8, 9, 10 (d - элементы)*

Строение атомов и деление элементов на подгруппы и семейства. Семейство железа. Общая характеристика. Нахождение элементов в природе. Получение простых веществ. Чугун, сталь. Коррозия железа. Сравнение химической активности. Карбонильные соединения металлов. Соединения железа. Влияние степени окисления железа на кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства его соединений. Комплексные соединения железа, их строение. Сравнение свойств однотипных соединений железа, кобальта и никеля. Соединения железа, кобальта в биологических процессах. Применение железа, кобальта, никеля и их соединений. Семейство платины. Общая характеристика, нахождение элементов в природе. Получение и свойства платиновых металлов. Степени окисления и координационные числа атомов и ионов платиновых металлов. Типы соединений; их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Комплексные соединения.

[1] - с.554-581, [2] - с.529-551, [4] – с.42-55.

### Лекция 14. *Группы 11,12 (d - элементы)*

Общая характеристика. Степени окисления элементов. Нахождение их в природе. Получение и свойства металлов. Влияние комплексообразования на их химическую активность в водных растворах. Соединения с кислородом, серой и галогенами. Соли, их растворимость, гидролиз. Комплексные соединения. Применение элементов и их соединений. Биологическая роль соединений меди, их токсичность. Токсичность ртути, кадмия и их соединений. Цинк как биоэлемент.

[1] - с.581-602, [2] - с.551-569, [4] – с.56-70.

**Лекция 15. f *– элементы***

Лантаноиды. Общая характеристика химических свойств, понятие о методах получения и разделения этих металлов. Кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов элементов (ΙΙΙ), гидролиз солей. Актиноиды. Сопоставление химических свойств актиноидов со свойствами лантаноидов. Оксид и гидроксид тория (ΙV), соединения с галогенами, их химические свойства. Кислородные соединения и галогениды урана, соли уранила, уранаты. Применение лантаноидов, актиноидов и их соединений.

[1] - с.602-611, [2] - с.569-577, [4] – с.71-75.

### Лекции 16 – 17. *Группы 17 и 18 (р - элементы)*

О месте водорода в периодической системе. Общая характеристика элемента, нахождение в природе, получение и свойства. Гидриды, их классификация. Общая характеристика водородных соединений неметаллов. Применение водорода и его соединений. Водородная энергетика.

Общая характеристика галогенов. Степени окисления элементов. Нахождение в природе. Простые вещества, их строение и свойства, методы получения. Отношение галогенов к воде и растворам щелочей. Водородные соединения галогенов, их получение и свойства. Ассоциация молекул фторида водорода. Дифториды калия и натрия. Восстановительные свойства галогеноводородных кислот и их солей. Оксиды хлора и иода, их получение, структура и свойства. Кислородсодержащие кислоты хлора, брома, иода; способы получения, структура и свойства. Соли кислородсодержащих кислот. Сопоставление кислотных и окислительных свойств кислородсодержащих кислот и их солей. Применение галогенов и их соединений.

Общая характеристика благородных газов. Нахождение элементов в природе. Получение, свойства и применение простых веществ. Фториды, оксофториды, оксиды ксенона; строение, свойства и получение. Производные кислородсодержащих кислот ксенона. Понятие о других соединениях благородных газов. Применение благородных газов и их соединений.

[1] - с.462-490, [2] - с.452-476, [3] – с.127-145.

**Лекции по дисциплине «Общая и неорганическая химия» (2 семестр) профессора Соловьева С.Н. можно посмотреть по ссылке:**

<https://drive.google.com/drive/folders/1jf0b0SzZJrdpsltttWZS_xqFXZOvfewC?usp=share_link>

**Лекции по дисциплине «Общая и неорганическая химия» (2 семестр) профессора Кузнецова В.В. можно посмотреть по ссылке:**

<https://drive.google.com/drive/folders/1vuenarT7VuIMPV16kJDISGH0MAct5bZm?usp=share_link>

**Для закрепления знаний по дисциплине по материалу 2 семестра рекомендуется составлять конспект лекций и выполнять домашние задания из пособий [6] и [7].**

**Ссылка на пособия для выполнения домашних работ:** <https://drive.google.com/drive/folders/1UitGgUJ9g4RCYYNZE6Ig5BDSvmBeMPhu?usp=share_link>

**Обращаем Ваше внимание на то, что выполнение заданий 1 и 2 в темах 3-8, 12-14, 16, 17 из пособий для домашних работ является обязательным.** Всего в пособиях шесть вариантов домашних работ. № Вашего варианта определяется по последним двум цифрам зачетки: например, если это цифры 04, значит у Вас 4 вариант домашнего задания; если последние цифры зачетки - 09, значит у Вас 3 вариант домашнего задания; цифры 23 – 5 вариант и так далее. Цепочки превращений обязательно записывайте в тетрадь, каждый переход нумеруйте и после этого под соответствующим номером записывайте уравнение(ия) реакции(ий), позволяющей(их) осуществить данный переход. Обязательно указывайте условия, при которых протекает реакция, если это необходимо.

**Выполненные домашние работы будут проверяться преподавателями в июне.**

**ПЛАН ОЧНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**ЛЕКЦИИ**

**Лекции 1. Химия s-элементов*.*** Общая характеристика свойств s-элементов, нахождение в природе, получение и химические свойства s-элементов и их соединений.

**Лекции 2-3. Химия р-элементов.** Общая характеристика p – элементов. Типичные степени окисления. Химические свойства простых веществ. Закономерности в строении и свойствах основных типов соединений, их получение.

**Лекции 3-4. Химия d-элементов.** Особенности химии d-элементов. Природные соединения, получение и сопоставление физических и химических свойств простых веществ. Строение и свойства основных типов соединений.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

**Занятия 1-2.**

Лабораторная работа «Синтез комплексных соединений»

<https://drive.google.com/file/d/1F7QX8Yqy7qqxO6vZ_hTEjEMYAGKu8IMc/view?usp=share_link>

Лабораторная работа «Определение карбонатной жесткости воды»

<https://drive.google.com/file/d/1ak5qrpMmZOhhiHZf4utjTjDzs81czrpe/view?usp=share_link>

Лабораторная работа «Химия s-элементов».

**Занятие 3-4.**

Лабораторная работа «Химия p-элементов».

Лабораторная работа «Химия d-элементов».

**Примерный перечень вопросов**

**для итогового контроля освоения дисциплины**

Общая характеристика и химические свойства щелочных металлов.

Особенности соединений лития по сравнению с соединениями других щелочных металлов.

Гидриды, оксиды, пероксиды, гидроксиды щелочных металлов: химическая связь в соединениях, получение и свойства.

Получение натрия, гидроксида натрия и карбоната натрия в промышленности.

Взаимодействие с растворами щелочей: а) амфотерных металлов; б) неметаллов; в) кислотных оксидов; г) амфотерных оксидов.

Особенности соединений бериллия по сравнению с соединениями щелочноземельных металлов.

Общая характеристика солей бериллия, магния и щелочноземельных металлов, их растворимость и гидролиз.

Получение оксида, гидроксида кальция и хлорной извести в промышленности.

Общая характеристика и химические свойства бора, его получение.

Борный ангидрид, борные кислоты и их соли: получение, строение и свойства.

Бороводороды: получение, строение молекул и свойства. Борогидриды металлов.

Общая характеристика и химические свойства алюминия, индия, галлия и таллия.

Получение алюминия, его оксида и гидроксида в промышленности.

Оксид, гидроксид и соли алюминия: их получение и свойства.

Общая характеристика и химические свойства углерода.

Оксиды углерода (II, IV): получение в промышленности и в лаборатории, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Карбонилы металлов.

Общая характеристика и химические свойства кремния.

Получение кремния, силиката натрия и стекла в промышленности.

Кварц, кремниевые кислоты, силикаты, гексафторокремниевая кислота: получение и свойства.

Общая характеристика и химические свойства германия, олова и свинца.

Оксиды и гидроксиды олова и свинца: их взаимодействие с кислотами и щелочами, окислительно-восстановительные свойства.

Сульфиды олова и свинца: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Отношение к действию (NH4)2S и (NH4)2S2.

Общая характеристика и химические свойства азота.

Оксиды азота: получение, строение молекул, окислительно-восстановительные свойства.

Аммиак и гидразин: получение, химическая связь и строение молекул, кислотно–основные и окислительно-восстановительные свойства.

Реакции термического разложения солей аммония: нитриты, нитрата, бихромата, сульфата, хлорида.

Гидроксиламин, азотистоводородная кислота и ее соли: химическая связь и строение молекул, получение и свойства.

Взаимодействие металлов с азотной кислотой.

Царская водка и её окислительные свойства на примере реакций с золотом, платиной, сульфидом ртути.

Реакции термического разложения нитратов различных металлов.

Общая характеристика и химические свойства фосфора его получение в промышленности.

Оксиды фосфора: получение, строение молекул и свойства.

Фосфорноватистая и фосфористая кислоты: получение, строение молекул, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Фосфиты и гипофосфиты.

Кислоты фосфора (+5) и качественные реакции на них. Получение фосфорной кислоты в промышленности.

Общая характеристика и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута.

Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута: их отношение к кислотам и к раствору сульфида аммония. Тиокислоты и их соли.

Галогениды мышьяка, сурьмы и висмута: их получение и гидролиз. Тиокислоты и тиосоли.

Получение кислорода и пероксида водорода в промышленности и в лаборатории.

Реакции пероксида водорода в роли окислителя и восстановителя.

Общая характеристика и химические свойства серы, селена и теллура.

Получение и свойства сероводорода. Растворимость и гидролиз сульфидов. Отношение сульфидов к кислотам.

Кислородсодержащие кислоты серы, селена и теллура: получение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

Взаимодействие металлов с серной кислотой.

Получение серной кислоты и сероводорода в промышленности.

Взаимодействие неметаллов с концентрированными серной и азотной кислотами.

Получение водорода в промышленности.

Общая характеристика и химические свойства галогенов.

Получение хлора, брома и хлората калия в промышленности.

Водородные соединения галогенов: получение и свойства.

Ассоциация молекул фтороводорода. Дифторид калия.

Окислительное действие хлора и брома в щелочной среде.

Оксиды хлора и иода: получение и свойства.

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих кислот галогенов.

Получение и гидролиз галогенангидридов.

Фториды ксенона: получение, строение молекул и химические свойства.

Общая характеристика и химические свойства меди, серебра, золота.

Общая характеристика и химические свойства элементов подгруппы цинка.

Соли цинка, кадмия и ртути, их гидролиз. Амидные соединения ртути. Соединания Hg2(II) получение и свойства.

Общая характеристика и химические свойства хрома, молибдена и вольфрама.

Соединения хрома (II и III): получение и свойства.

Реакции хромата (дихромата) калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.

Хромовый ангидрид, хроматы и дихроматы: получение и химические свойства. Хромовая смесь.

Общая характеристика и химические свойства марганца, технеция и рения.

Соединения марганца (II): получение и свойства. Диоксид марганца, манганаты и перманганаты. Марганцовая кислота и ее ангидрид.

Реакции перманганата калия с восстановителями в кислой, нейтральной и щелочной средах.

Общая характеристика и химические свойства железа, кобальта и никеля.

Получение и свойства гидроксидов и солей железа (II и III). Качественные реакции на ионы железа.

Получение железа, никеля, хрома и марганца в промышленности.

Пирометаллургические способы получения металлов (свинец, медь, цинк) из сульфидных руд.

Окислительное действие нитрата калия и хлората калия при нагревании (сплавлении).

Образование аммиакатов и гидроксокомплексов металлов и их разрушение кислотами и при нагревании.

Реакции термического разложения некоторых кислых солей (NaHCO3, NaH2PO4, Na2HPO4, NaHSO4).

Гидролиз солей (по катиону, по аниону, одновременный гидролиз двух солей).