

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки: 04.06.01 Химические науки

Направленность подготовки: Неорганическая химия

Одобрено на заседании
Ученого совета ИМЕТ РАН
30 марта 2017 г.
Протокол № 2/17

Москва 2017 год

Целью изучения дисциплины «Неорганическая химия» является получение теоретических знаний по ключевым разделам общей и неорганической химии и приобретение навыков выполнения работ, необходимых для осуществления профессиональной научно-исследовательской деятельности.

Темы, изучаемые в программе курса:

№ п/п	Наименование темы
1	Периодический закон Д. И. Менделеева и строение атома
2	Химическая связь и строение молекул
3	Координационные соединения
4	Общие закономерности протекания химических реакций
5	Растворы и электролиты
6	Основы и методы неорганического синтеза
7	Химия s-элементов
8	Химия p-элементов
9	Химия d-элементов
10	Химия f-элементов

Контрольные вопросы к собеседованиям

Собеседование 1 по темам 1-3. Контрольные вопросы:

1. Место химии в системе естественных наук.
2. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы.
3. Перспективы открытия новых элементов.
4. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений.
5. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность.
6. Основные положения метода валентных связей (МВС).
7. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО).
8. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий.
9. Зонная теория – основные положения и границы применимости
10. Природа химической связи в комплексных соединениях.
11. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП).
12. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем.
13. Спектрохимический ряд лигандов.

14. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений.

Собеседование 2 по темам 4-5. Контрольные вопросы:

1. Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций.
2. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики.
3. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия.
4. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса.
5. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры.
6. Современные представления о природе растворов.
7. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах.
8. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры.
9. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
10. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал.
11. Окислительно-восстановительные реакции и их направление.
12. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос

Собеседование 3 по теме 6. Контрольные вопросы:

1. Прямой синтез соединений из простых веществ.
2. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния.
3. Фотохимические и электрохимические методы синтеза.
4. Методы выращивания монокристаллов и их классификация

Собеседование 4 по темам 7-10. Контрольные вопросы:

1. Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.
2. Водород. Особое положение вод
3. орода в Периодической системе.
4. Особенности химии лития.
5. Особенности комплексообразования s-металлов
6. Положение p-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации
7. Металлы, неметаллы, металлоиды среди p-элементов.
8. Особенности химии аллотропных модификаций углерода.

9. Элементы группы VA. Общая характеристика группы. Закономерности образования и прочность простых и кратных связей в группе.
10. Особенности химии азота.
11. Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Применение простых веществ и соединений элементов VA группы.
12. Особенности химии кислорода. Озон и озониды.
13. Пероксиды, супероксиды.
14. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды.
15. Галогениды серы, селена и теллура
16. Элементы группы VIIA. Общая характеристика группы
17. Окислительные свойства галогенов.
18. Соединения благородных газов и природа химической связи в них
19. Электронное строение и основные степени окисления d-элементов. Способность d-элементов к комплексообразованию
20. . Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты.
21. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров.
22. . Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома.
23. Кислородные соединения марганца, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства
24. Особенности химии технеция и рения.
25. Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновые металлы. Комплексные соединения, особенности комплексов с d⁶-конфигурацией центрального атома
26. Элементы группы IB. Общая характеристика группы Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе
27. Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непереходными металлами.
28. Амальгамы.
29. Общая характеристика f-элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов.
30. Лантанидное и актинидное сжатие.
31. Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов.
32. Особенности химии церия и европия.
33. Семейство актиноидов. Методы получения и физико-химические свойства актиноидов.
34. Применение актиноидов и их соединений.

Реферат по по темам 1-5 (по заданию преподавателя).

Темы рефератов:

1. Получение простых веществ - металлов и неметаллов - из природных соединений
2. Физико-химический анализ как метод исследования сложных взаимодействующих систем
3. Современные тенденции развития химии.

4. Открытие новых элементов – значение для науки и общества.
5. Теория Яна-Теллера в химии комплексных соединений.

Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным статьям (прежде всего это относится к обязательному цитированию, ссылкам на литературу с точным указанием источников, в том числе интернетных, и страниц в случае прямого цитирования, не содержать плагиата).

Тема реферата выдается преподавателем. При написании реферата следует исходить из того, что он представляет собой учебно-исследовательскую работу, главной задачей которой является изучение литературы по той или иной теме и основательное ознакомление с конкретной проблемой.

Автор реферата должен прежде всего разобраться в существующей литературе по вопросу, выделить основные подходы к решению поставленной проблемы, основные точки зрения на неё, привести аргументацию авторов или сторонников того или иного решения вопроса.

Обязательные составные части реферата:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение.
4. Основная часть.
5. Заключение.
6. Список литературы.

Образец титульного листа приводится далее в приложении 1.

В оглавлении перечисляются названия всех структурных частей реферата с указанием соответствующих страниц, на которых начинается изложение данного раздела.

Во введении должна быть поставлена исходная проблема, разъяснён её смысл, обоснована её актуальность, перечислены основные задачи реферата. Всё дальнейшее изложение должно быть нацелено на решение поставленной во введении главной проблемы.

В заключении формулируются основные выводы (обобщения) из проведённого анализа. Содержание выводов должно быть обосновано всем предшествующим ходом мысли.

Список литературы составляется в соответствии с требованиями полного библиографического описания действующего ГОСТ (в том числе фамилия и инициалы автора, полное название работы, город, издательство, год, число страниц и т.д.). В случае использования текстов, размещённых в Интернете, необходимо указать имя автора материала, название материала и полный адрес страницы. Использование безымянных материалов не допускается.

Ссылки на источники (библиография) должны быть даны в виде постраничных сносок со сквозной нумерацией. В сноске (в том числе к цитатам) даётся полное описание источника (как в списке литературы) с обязательным указанием соответствующих номеров страниц.

Объём реферата определяется преподавателем. Шрифт Times New Roman, размер шрифта 12-14, цвет – чёрный, интервал – полуторный. Поля: слева – 3 см, снизу и сверху – 2 см, справа – 1 см.

Реферат должен быть сброшюрован.

Проверка подготовленного реферата проводится преподавателем.

Контрольные вопросы к зачету

1. Место химии в системе естественных наук.
2. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы.
3. Перспективы открытия новых элементов.
4. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений.
5. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность.
6. Основные положения метода валентных связей (МВС).
7. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО).
8. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий.
9. Зонная теория – основные положения и границы применимости
10. Природа химической связи в комплексных соединениях.
11. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП).
12. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем.
13. Спектрохимический ряд лигандов.
14. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений.
15. Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций.
16. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики.
17. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия.
18. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса.
19. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры.
20. Современные представления о природе растворов.
21. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах.
22. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры.
23. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
24. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал.

25. Окислительно-восстановительные реакции и их направление.
26. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.

Промежуточная аттестация - кандидатский экзамен

Формой промежуточной аттестацией по дисциплине является кандидатский экзамен по научной специальности 02.00.01 «Неорганическая химия».

В билет кандидатского экзамена включается 3 экзаменационных вопроса из программы дисциплины 02.00.01 «Неорганическая химия».

Экзаменационные вопросы

1. Фундаментальные основы неорганической химии

1.1. Периодический закон Д.И.Менделеева и строение атома

1. Основные представления о строении атома. Волновая функция и уравнение Шредингера. Квантовые числа, радиальное и угловое распределение электронной плотности. Атомные орбитали (*s*-, *p*-, *d*- и *f*-АО), их энергии и граничные поверхности. Распределение электронов по АО. Принцип минимума энергии. Принцип Паули. Атомные термы, правило Хунда. Современная формулировка периодического закона, закон Мозли, структура периодической системы. Коротко- и длиннопериодный варианты периодической таблицы. Периоды и группы.

2. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.

3. Границы периодической системы. Перспективы открытия новых элементов.

4. Периодичности в изменении свойств простых веществ и основных химических соединений — оксидов, гидроксидов, гидридов, галогенидов, сульфидов, карбидов, нитридов и боридов.

1.2. Химическая связь и строение молекул

5. Понятие о природе химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, направленность, полярность, кратность. Основные типы химической связи.

6. Основные положения метода валентных связей (МВС). Гибридизация орбиталей. Направленность, насыщаемость и поляризуемость ковалентной связи. Влияние неподеленных электронных пар на строение молекул, модель Гиллеспи.

7. Основные положения метода молекулярных орбиталей (ММО). Двухцентровые двухэлектронные молекулярные орбитали. Энергетические диаграммы МО гомоядерных и гетероядерных двухатомных молекул. Энергия ионизации, магнитные и оптические свойства молекул. Многоцентровые МО, гипервалентные и электронодефицитные молекулы. Принцип изолюбального соответствия. Корреляционные диаграммы.

8. Ионная связь. Ионная модель строения кристаллов, образование ионных кристаллов как результат ненаправленности и ненасыщаемости ион-ионных взаимодействий. Ионный радиус. Основные типы кристаллических структур, константа Маделунга, энергия ионной решетки.

9. Межмолекулярное взаимодействие – ориентационное, индукционное и дисперсионное. Водородная связь, ее природа.

10. Введение в зонную теорию. Образование зон – валентной и проводимости из атомных и молекулярных орбиталей, запрещенная зона. Металлы и диэлектрики. Границы применимости зонной теории.

1.3. Комплексные (координационные) соединения

11. Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов. Номенклатура комплексных соединений. Изомерия комплексных соединений.

12. Образование координационных соединений в рамках ионной модели и представлений Льюиса. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона, уравнение Драго—Вейланда. Устойчивость комплексов в растворах и основные факторы, ее определяющие. Константы устойчивости комплексов. Лабильность и инертность. Энтропийный вклад в энергетическую устойчивость комплексов, сольватный эффект, хелатный эффект, правила циклов Л.А.Чугаева.

13. Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные положения теории кристаллического поля (ТКП). Расщепление *d*-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле. Энергия расщепления, энергия спаривания и энергия стабилизации кристаллическим полем. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о теории Яна—Теллера, тетрагональное искажение октаэдрических комплексов.

14. Энергетическая диаграмма МО комплексных соединений. Построение групповых орбиталей и их взаимодействие с орбиталями центрального атома, сигма- и пи-донорные и акцепторные лиганды. Использование ТКП и ММО для объяснения оптических и магнитных свойств комплексных соединений. Диаграммы Танабэ—Сугано для многоэлектронных систем.

15. Карбонилы, металлокарбены, металлоцены, фуллериды. Комплексы с макроциклическими лигандами. Полиядерные комплексы. Изо- и гетерополисоединения. Кластеры на основе переходных и непереходных элементов. Кратные связи металл—металл.

16. Механизмы реакций комплексных соединений. Реакции замещения, отщепления и присоединения лиганда, окислительно-восстановительные реакции. Взаимное влияние лигандов в координационной сфере. *Транс*-влияние И.И. Черняева, *цис*-эффект А.А. Гринберга. Внутрисферные реакции лигандов.

17. Применение комплексных соединений в химической технологии, катализе, медицине и экологии.

1.4. Общие закономерности протекания химических реакций

18. Основные понятия и задачи химической термодинамики как науки о превращениях энергии при протекании химических реакций. Термодинамическая система, параметры и функции состояния системы. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и ее изменение при химических и фазовых превращениях. Энтальпия. Стандартное состояние и стандартные теплоты химических реакций. Теплота и энтальпия образования. Закон Гесса. Энергии химических связей. Теплоемкость, уравнение Кирхгофа.

19. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от параметров состояния. Энергия Гиббса. Направление химических процессов, критерии

самопроизвольного протекания реакций в изолированных и открытых системах. Химический потенциал. Условие химического равновесия, константа равновесия. Изотерма химической реакции. Фазовые равновесия, число степеней свободы, правило фаз Гиббса. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем.

20. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы и концентрации реагентов, температуры. Порядок реакции. Константы скорости и ее зависимость от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и понятие об активированном комплексе. Обратимые реакции. Закон действующих масс. Влияние катализатора на скорость реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Понятие о цепных и колебательных реакциях.

1.5. Растворы и электролиты

21. Современные представления о природе растворов. Особенности жидких растворов. Порядок в жидкостях, структура воды и водных растворов. Специфика реакций в водных и неводных растворах.

22. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры. Водородный показатель pH, шкала pH. Кислоты и основания. Протолитическая теория Бренстеда—Лоури. Сопряженные кислоты и основания. Гидролиз. Современные взгляды на природу кислот и оснований.

23. Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации, температуры, природы растворителя, посторонних электролитов. Закон разбавления Оствальда. Основные понятия теории сильных электролитов Дебая и Хюккеля.

24. Произведение растворимости. Динамическое равновесие в насыщенных растворах малорастворимых сильных электролитов и факторы, его смещающие.

25. Электрохимические свойства растворов. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Окислительно-восстановительные реакции и их направление. Уравнение Нернста. Диаграммы Латимера и Фроста. Электролиз.

26. Коллигативные свойства растворов электролитов и неэлектролитов. Изотонический коэффициент. Закон Рауля. Криоскопия и эбулиоскопия, осмос.

1.6. Основы и методы неорганического синтеза

27. Прямой синтез соединений из простых веществ. Реакции в газовой фазе, водных и неводных растворах, расплавах. Метод химического осаждения из газовой фазы, использования надкритического состояния. Золь-гель метод. Гидротермальный синтез.

28. Твердофазный синтез и его особенности; использование механохимической активации. Химические транспортные реакции для синтеза и очистки веществ. Фотохимические и электрохимические методы синтеза. Применение вакуума и высоких давлений в синтезе. Основные методы разделения и очистки веществ. Методы выращивания монокристаллов и их классификация.

2. Химия элементов

2.1. Химия s-элементов

29. Положение s-элементов в Периодической системе, особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления.

30. Водород. Особое положение водорода в Периодической системе. Изотопы водорода. Орто- и пара-водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства

водорода. Гидриды и их классификация. Окислительно-восстановительные свойства водорода. Вода – строение молекулы и структура жидкого состояния. Структура льда, клатраты. Пероксид водорода, его получение, строение и окислительно-восстановительные свойства.

31. Элементы группы IA. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Нерастворимые соли. Особенности химии лития. Применение щелочных металлов и их соединений.

32. Элементы группы IIA. Общая характеристика группы. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Особенности комплексообразования *s*-металлов. Особенности химии бериллия, магния и радия. Сходство химии бериллия и лития. Применение бериллия, щелочно-земельных металлов и их соединений.

2.2. Химия *p*-элементов

33. Положение *p*-элементов в Периодической системе. Особенности электронной конфигурации. Характерные степени окисления. Металлы, неметаллы, металлоиды среди *p*-элементов. Закономерности в изменении свойств во 2 и 3 периодах.

34. Элементы группы IIIA. Общая характеристика группы. Особенности химии бора. Бороводороды, комплексные гидробораты, кластерные соединения бора, боразол, нитрид бора: особенности их строения и свойств.

35. Оксид алюминия. Алюминаты и гидроксоалюминаты. Галогениды алюминия. Комплексные соединения алюминия. Сплавы алюминия. Алюмотермия. Амфотерность оксидов галлия, индия и таллия. Особенности химии Tl(I). Применение бора, алюминия, галлия, индия и таллия и их соединений.

36. Элементы группы IVA. Общая характеристика группы. Особенности химии аллотропных модификаций углерода. Фуллерены и их производные. Нанотрубки. Карбиды металлов. Синильная кислота, цианиды, дициан. Роданостоводородная кислота и роданиды. Сероуглерод. Фреоны и их применение. Оксиды углерода. Карбонилы. Карбонаты.

37. Оксиды кремния, германия, олова и свинца. Кварц и его полиморфные модификации. Кремниевая кислота и силикаты. Галогениды. Кремнефтористоводородная кислота. Карбид кремния. Комплексные соединения олова и свинца. Применение простых веществ и соединений элементов группы IVA. Понятие о полупроводниках. Свинцовый аккумулятор.

38. Элементы группы VA. Общая характеристика группы. Закономерности образования и прочность простых и кратных связей в группе. Особенности химии азота. Проблема связывания молекулярного азота. Особенности аллотропных модификаций фосфора.

39. Гидриды элементов группы VA: получение, строение молекул, свойства. Соли аммония. Жидкий аммиак как растворитель. Гидразин, гидроксилламин, азотистоводородная кислота. Галогениды элементов группы VA, получение и гидролиз.

40. Кислородные соединения азота. Особенности химии NO и NO₂. Азотная, азотистая кислоты и их соли: получение, свойства и окислительно-восстановительная способность. Диаграмма Фроста для соединений азота.

41. Кислородные соединения фосфора: оксиды, кислоты и их соли. Сравнение свойств кислот фосфора в разных степенях окисления. Конденсированные фосфорные кислоты и полифосфаты. Оксиды мышьяка, сурьмы и висмута, кислородсодержащие кислоты мышьяка и сурьмы и их соли. Сравнение силы кислот в группе. Сульфиды и тиосоли.

42. Применение простых веществ и соединений элементов VA группы. Удобрения.
43. *Элементы группы VIA.* Общая характеристика группы. Особенности химии кислорода. Строение молекулы кислорода, объяснение ее парамагнетизма. Озон и озониды. Аллотропные модификации серы и их строение.
44. Классификация оксидов. Простые и сложные оксиды, нестехиометрия оксидов. Гидроксиды и кислоты. Пероксиды, супероксиды.
45. Сероводород и сульфиды. Полисульфиды. Сульфаны. Оксиды серы, кислоты и их соли. Политионовые кислоты и политионаты. Кислородные соединения селена и теллура. Сравнение силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот в группе.
46. Галогениды серы, селена и теллура.
47. Применение простых веществ и соединений элементов VIA группы.
48. *Элементы группы VIIA.* Общая характеристика группы. Особенности химии фтора и астата. Окислительные свойства галогенов. Взаимодействие галогенов с водой.
49. Галогеноводороды. Получение, свойства. Закономерность изменения свойств галогеноводородных кислот в группе. Классификация галогенидов. Межгалогенные соединения: строение и свойства.
50. Кислородные соединения галогенов. Особенности оксидов хлора. Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли. Сопоставление силы, устойчивости и окислительно-восстановительных свойств кислородных кислот галогенов, диаграмма Фроста для галогенов.
51. Применение галогенов и их соединений.
52. *Элементы группы VIIIA.* Общая характеристика группы. Соединения благородных газов и природа химической связи в них. Гидраты благородных газов. Фториды и кислородные соединения благородных газов. Применение благородных газов.
- 2.3. *Химия d-элементов*
53. Положение d-элементов в Периодической системе. Электронное строение и основные степени окисления. Способность d-элементов к комплексообразованию. Закономерности изменения свойств d-металлов в 4, 5 и 6 периодах. Природа d-сжатия и ее следствия.
54. *Элементы группы IIIB.* Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и фториды металлов IIIB группы – получение и свойства. Комплексные соединения. Сопоставление химии элементов IIIA и IIIB групп. Применение металлов и их соединений.
55. *Элементы группы IVB.* Общая характеристика группы. Оксиды и гидроксиды титана и циркония. Титанаты и цирконаты. Соли титанила и цирконила. Галогениды. Способность к комплексообразованию. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Влияние лантаноидного сжатия на свойства гафния. Сопоставление металлов IVA и IVB групп. Применение титана и циркония и их соединений.
56. *Элементы группы VB.* Общая характеристика группы. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Способность к комплексообразованию и образованию кластеров. Закономерности в стабильности различных степеней окисления. Диаграмма Фроста для соединений ванадия. Сопоставление свойств соединений ванадия(V) и фосфора (V). Применение ванадия, ниобия и тантала и их соединений.
57. *Элементы группы VIB.* Общая характеристика группы. Оксиды, галогениды и сульфиды. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их

солей. Особенности комплексообразования. Кластеры. Бронзы. Поликислоты и их соли. Пероксиды. Окислительно-восстановительные свойства соединений хрома, закономерности в стабильности различных степеней окисления. Сопоставление химии элементов VIA и VIB групп. Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.

58. Элементы группы VIIБ. Общая характеристика группы. Кислородные соединения марганца, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, диаграмма Фроста для соединений марганца. Стабильность соединений марганца в различных степенях окисления. Особенности химии технеция и рения. Рениевая кислота и перренаты. Сопоставление химии элементов VIIA и VIIБ групп. Применение марганца и рения.

59. Элементы группы VIIIБ. Общая характеристика группы. Обоснование разделения элементов на семейства железа и платиновые металлы.

60. Семейство железа: получение и физико-химические свойства железа, кобальта и никеля. Оксиды и гидроксиды, галогениды и сульфиды. Соединения железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Комплексные соединения, особенности комплексов с d^6 -конфигурацией центрального атома. Коррозия железа и борьба с ней. Применение железа, кобальта и никеля.

61. Платиновые металлы: основные классы комплексных соединений платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.

62. Элементы группы IB. Общая характеристика группы. Оксиды, гидроксиды и галогениды. Изменение в устойчивости степеней окисления элементов в группе. Комплексные соединения. Сопоставление элементов IA и IB групп. Применение меди, серебра и золота.

63. Элементы группы IIB. Общая характеристика группы. Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непереходными металлами. Оксиды, гидроксиды, галогениды и сульфиды. Амальгамы. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Способность к комплексообразованию и основные типы комплексов цинка, кадмия и ртути. Сопоставление элементов IIA и IIB групп. Применение цинка, кадмия и ртути.

2.4. Химия *f*-элементов

64. Общая характеристика *f*-элементов. Особенности строения электронных оболочек атомов. Лантанидное и актиноидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Внутренняя периодичность в семействах лантаноидов и актиноидов.

65. Семейство лантаноидов. Методы получения, разделения и физико-химические свойства металлов. Степени окисления элементов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений – получение и свойства. Комплексные соединения лантаноидов. Особенности химии церия и европия. Сопоставление *d*- и *f*-элементов III группы. Применение лантаноидов.

66. Семейство актиноидов. Обоснование актиноидной теории. Методы получения и физико-химические свойства актиноидов. Особенности разделения актиноидов. Степени окисления актиноидов и закономерности их изменения в ряду. Основные классы химических соединений актиноидов – получение и свойства. Комплексные соединения актиноидов. Особенности химии тория и урана. Сопоставление актиноидов с *d*-

элементами 6-го периода. Применение актиноидов и их соединений. Перспективы синтеза трансактиноидов.

2.5. *Общие представления о физических методах исследования в неорганической химии*

67. Дифракционные методы исследования: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы, нейтронография, электронография.

68. Спектральные методы исследования: электронные спектры в видимой и УФ-области. Колебательная спектроскопия – ИК- и комбинационного рассеяния. Спектроскопия ЭПР, ЯМР, ЯКР. EXAFS-спектроскопия. Спектроскопия циркулярного дихроизма.

69. Исследования электропроводности и магнитной восприимчивости. Исследования дипольных моментов. Импеданс-спектроскопия.

70. Оптическая и электронная микроскопия. Локальный рентгено-спектральный анализ.

71. Термогравиметрия и масс-спектрометрия.

72. Исследование поверхности методами рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии, оже-спектроскопии.

Литература для подготовки по дисциплине

1. Семенов И.Н. Химия [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Семенов И.Н., Перфилова И.Л.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: ХИМИЗДАТ, 2016.— 656 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/49800>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Зайцев Б.Е. Применение ИК-спектроскопии в химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зайцев Б.Е., Ковальчукова О.В., Страшнова С.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2008.— 152 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11418>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Анищик В.М. Дифракционный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2011.— 215 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20072>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Венер М.В. Строение молекул и основы квантовой химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Венер М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский городской педагогический университет, 2010.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26626>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Мухин В.А. Окислительно-восстановительные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мухин В.А.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2009.— 184 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24906>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Стась Н.Ф. Справочник по общей и неорганической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Стась Н.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 93 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34718>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Глинка Н.Л. Общая химия. М.: Интеграл-Пресс, 2002. 728 с.

Дополнительная литература

1. Ю.Д. Третьяков, Л.И. Мартыненко, А.Н. Григорьев, А.Ю. Цивадзе. Неорганическая химия. М. : Химия, 2001. Т.1,2. 208 с.

2. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: 1991, 1994. Ч. 1,2.
3. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 1 3.
4. Горшков В.И., Кузнецов И.А. Основы физической химии. 2е изд., перераб. и доп. М.: 1993. 336 с.
5. Воробьева О.И., Лавут Е.А., Тамм Н.С. Вопросы, упражнения и задачи по неорганической химии. М.: 1985. 180 с.
6. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии. М.: Мир, 1982. Т.1,2. 652 с., 620 с.
7. Гиллеспи Р., Харгиттаи И. Модель отталкивания электронных пар валентной оболочки и строение молекул. М.: Мир. 1992. 296 с.
8. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Строение вещества. 3е изд. перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1978. 303 с.
9. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1997. 526 с.
10. Кукушкин, Ю. Н. Химия координационных соединений / Ю. Н. Кукушкин. – М.: Высш. шк., 2001. – 455 с.

Разработал
д.х.н.

Ю.Ф. Каргин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. БАЙКОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКИ

РЕФЕРАТ
по дисциплине
«Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

(Тема реферата)

Направление подготовки 22.06.01 – Технологии материалов

Направленность подготовки:
Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Выполнил: аспирант

ФИО

подпись

Проверил: _____
должность, уч. степень, уч. звание преподавателя

ФИО

подпись

Москва 20 ____