

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Химия лантанидов и актинидов

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки:

04.04.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

Фундаментальное материаловедение

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Вариативная часть, профессиональная подготовка, спецкурс по выбору студентов, курс предназначен для студентов магистратуры факультета наук о материалах **1-го года обучения (2-й семестр)**, курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Дисциплины и модули профессиональной подготовки бакалавриата

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: общие представления о координационной химии, включая координационную химию редкоземельных элементов и актинидов, а также общие закономерности в изменении химических свойств соответствующих КС

Уметь: вычленять главное при проработке соответствующего литературного материала и давать предложения при постановке или рационализации соответствующего эксперимента

Владеть: терминологией и техникой проведения простейших оценок и расчетов, например, с использованием круговых термодинамических циклов или теории поля лигандов

4. Объем дисциплины составляет 1 з.е. (36 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	2				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	36				36
Аудиторная работа:	24				24
Лекции, акад. Часов	16				16
Семинары, акад. Часов	8				8
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	12				12
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Зач.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Тема 1. Теоретические аспекты химии f -элементов (6 ч лекции, 2 ч семинары)

Содержание темы: Электронные конфигурации атомов РЗЭ и актинидов. Терминология. Радиационная специфика актинидов Долгоживущие изотопы актинидов. Методы работы со следовыми количествами. Ультрамикрхимические манипуляции.

Общие закономерности в свойствах f -элементов Закономерности в изменении состояний окисления. «Изовалентная аналогия» и актинидная концепция.

Лантанидное, актинидное сжатие. Электронные спектры ионов f -элементов. Магнитные свойства ионов f -элементов). Открытие f -элементов и их источники.

Задания для самостоятельной работы: формулируются преподавателем в зависимости от уровня подготовки студентов.

Тема 2. Особенности химии f -элементов (6 ч лекции, 2 ч семинары)

Содержание темы: Распространенность и нахождение в природе. Краткая история открытия РЗЭ, актиния и актинидов. Металлы. Свойства металлов.

Трёхвалентные *f*-элементы. Галогениды. Кислородные соединения М(III). Аква-ионы, гидроксиды и основные соли. Соли кислородсодержащих кислот. *f*-Элементы в состояниях окисления +2 и +4. Двухвалентные лантаниды и актиниды. Химия соединений М(IV).

Соединения актинидов в высоких состояниях окисления. Пятивалентные актиниды. Оксиды актинидов в высших валентных формах. Шести- и семивалентные актиниды.

Комплексные соединения. Металлоорганические соединения.

Задания для самостоятельной работы: формулируются преподавателем в зависимости от уровня подготовки студентов

Тема 3. Применение *f*-элементов (4 ч лекции, 4 ч семинары)

Содержание темы: Основы технологии получения РЗЭ: разделение лантанидов. Выделение урана и тория из руд.

Атомная энергетика. Общий обзор проблем ядерной энергетики. Тепловыделяющие сборки. Энергетические реакторы, опреснители, реакторы на морских судах (в том числе подводных лодках), на космических аппаратах.

Военное использование: манхеттенский проект, урановый проект в СССР, атомная бомбардировка.

Критические массы изотопов, синтез трансактинидов и их свойства. Острова ядерной стабильности.

Материалы, содержащие РЗЭ: сверхпроводники, манганиты и т.д.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Задания для самостоятельной работы: формулируются преподавателем в зависимости от уровня подготовки студентов

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к лекциям и уровень знаний пройденной части курса.

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1	3	Обоснуйте место актинидов в Периодической системе элементов на основе строения их электронных оболочек.
	4	Проиллюстрируйте проявление «тетрад-эффекта» в группе актинидов.
2	3	Обоснуйте близость свойств трёх- и четырёхвалентных актинидов и лантанидов на примере соответствующих фторидов.
	4	Какую окраску имеют растворы Np(VI) в кислых средах?
3	3	В чем заключались трудности при размещении легких актинидов в Периодической системе?

	4	В чём заключается «актинидная гипотеза»? Кто её сформулировал?
4	3	В каких рамках справедлива «актинидная гипотеза»?
	4	Какую окраску имеют растворы Np(VII) в щелочных средах?
5	3	Перечислите первые 7 актинидов. Назовите наиболее устойчивый изотоп урана-238.
	4	Какую окраску имеют растворы Pu(VII) в щелочных растворах?
6	3	Какие актинидные элементы и кем получены до 1941 г?
	4	Назовите наиболее важное соединение урана для военной техники.
7	3	Опишите современную технологию получения тория.
	4	Опишите закономерность изменения состояний окисления в ряду актинидов.
8	3	Опишите основные опасности при работе с высоко радиоактивными изотопами. Чему равен радиационный фон вне радиохимических лабораторий и производств?
	4	Чем объясняется бóльший ассортимент валентных форм в серии актинидов по сравнению с лантанидами.
9	3	Назовите фамилию исследователя, который знаменит множеством открытий актинидов.
	4	Опишите основное свойство протактинильных соединений.
10	3	Опишите химические свойства соединений двухвалентных актинидов.
	4	Опишите основные классы комплексных соединений актинидов.
11	3	Опишите основные свойства уранильных соединений.
	4	Опишите способы получения актинидных металлов и их свойства.
12	3	Опишите основные свойства нептунильных соединений.
	4	Опишите аппаратуру для получения макроколичеств металлического урана металлотермическим способом.
13	3	Изотопы каких актинидных элементов имеют наиболее высокие и наиболее низкие периоды полураспада?
	4	Охарактеризуйте ионные радиусы актинидов в разных состояниях окисления.
14	3	Назовите минералы, содержащие актиниды и имеющие наибольшее промышленное значение.
	4	Как соотносятся величины магнитного момента ионов по крайней мере лёгких актинидов и лантанидов?
15	3	Объясните близость свойств лантанидов и второй половины ряда актинидов.
	4	В каких химических процессах можно получить фториды актинидов(IV) (V), (VI)?
16	3	Охарактеризуйте корреляцию энергий решетки трифторидов f -элементов от соответствующих ионных радиусов.
	4	В каких химических процессах можно получить галогениды актинидов(IV)?

17	3	Назовите фамилию знаменитого российского физика, организовавшего в Дубне работы по поиску трансактинидов.
	4	Опишите электронное строение иодида «тория(III)».
18	3	Исходя из общих закономерностей Периодической системы опишите предполагаемые общие свойства трансактинидов.
	4	В каких химических процессах можно получить бромиды актинидов(III)?
19	3	С чем связано наличие островов ядерной стабильности?
	4	Опишите устройство для получения курчатовия (резерфордия).
20	3	Опишите процесс ядер и на этом основании запишите ядерные реакции получения плутония-239 из урана-238.
	4	От каких факторов зависит критическая масса изотопов урана и плутония?
21	3	Сравните ядерный реактор и термоядерный взрыв как источник нейтронов.
	4	Назовите координационные числа, характерные для ионов An^{4+} . Приведите хотя бы один пример соответствующего комплекса.
22	3	Изложите принцип построения ядерного реактора.
	4	Приведите классификацию ядерных реакторов.
23	3	Из каких частей состоят ядерные реакторы?
	4	Назовите различия реакторов на медленных и быстрых нейтронах.
24	3	Из каких материалов изготавливают ТВЭЛы активной зоны?
	4	Опишите химические свойства, объединяющие лантаниды с актинидами и позволяющие принимать «актинидную гипотезу»
25	3	Опишите свойства актинидов, не укладывающиеся в «актинидную гипотезу» Сиборга.
	4	Назовите традиционные материалы, из которых изготавливают технологические каналы активной зоны.
26	3	Сформулируйте тезисы, подтверждающие сходство актинидов и лантанидов.
	4	Из каких материалов изготавливают управляющие стержни?
27	3	Назовите основные материалы, из которых изготавливают замедлители, отражатели?
	4	Назовите химика, впервые использовавшего термин «радиоактивность»
28	3	Назовите основные материалы, из которых изготавливают теплоносители.
	4	Насколько справедливо причислять уран к 6, а торий – к четвёртой группам короткого варианта Периодической системы?
29	3	Назовите основные материалы, из которых изготавливают биологическую защиту реакторов.
	4	Сформулируйте тезисы, подтверждающие различия актинидов и лантанидов.
30	3	Наблюдаются ли в группах лантанидов и актинидов элементы «вторичной периодичности»?
	4	Опишите закономерность в изменении ионных радиусов An^{3+} от порядкового

		номера.
31	3	Исходя из общих закономерностей Периодической системы опишите предполагаемые свойства лёгких трансактинидов.
	4	Опишите химические реакции, пригодные для синтеза гексафторида урана.
32	3	Опишите изменение свойств известных гексафторидов урана-плутония в ряду актинидов.
	4	Опишите модель Уиллиса строения нестехиометрических оксидов урана состава UO_{2-x} .
33	3	Опишите подходы к проблеме разделения изотопов тяжелых элементов.
	4	Опишите изменение параметра элементарной ячейки диоксидов в ряду актинидов.
34	3	Как получить безводные хлориды актинидов?
	4	Опишите базовую кристаллическую структуру, на основе которой построены разнообразные оксиды урана?
35	3	Как получить безводные высшие фториды актиниды?
	4	Опишите процедуру работы с высокорadioактивными соединениями в радиохимических лабораториях.
36	3	Какую окраску имеют растворы трех- и четырёхвалентного плутония в кислых средах?
	4	На каком основании можно полагать, что в водных растворах могут существовать ионы двухвалентных актинидов.
37	3	Назовите структурный тип кристаллов трихлоридов актинидов и координационное число ионов металлов.
	4	Назовите координационные числа ионов актинидов и лантанидов в структурах тисонита и β - YF_3 .
38	3	Перечислите тяжелые актиниды.
	4	Почему легкие металлические актиниды нежелательно получать электролизом расплавов солей?

1	1	Обоснуйте место группы лантанидов в Периодической системе элементов на основе структуры их электронных оболочек.
	2	Объясните причину «тетрад-эффекта»? В чём он проявляется?
2	1	Обоснуйте деление РЗЭ на две подгруппы на основе изменения структуры их электронных оболочек.
	2	Какую окраску имеет хлорид празеодима?
3	1	В чем заключались трудности открытия РЗЭ?
	2	Объясните причину «гадолиниевого излома»? В чём он проявляется?
4	1	Почему «цериевые» и «иттровые» «земли» считают родственными?
	2	Какую окраску имеет хлорид лантана?
5	1	В течении какого периода времени были открыты и выделены все лантаниды?

	2	Какую окраску имеет хлорид церия?
6	1	Какой элемент не был получен в XIX веке?
	2	Какую окраску имеет хлорид неодима?
7	1	Опишите современное состояние технологии получения РЗЭ.
	2	Какую окраску имеет хлорид тербия?
8	1	Назовите физические свойства РЗЭ. Температуры плавления и кипения, некоторые механические свойства.
	2	Назовите наиболее важные химические соединения РЗЭ.
9	1	Опишите химические свойства оксидов РЗЭ.
	2	Опишите химические свойства галогенидов РЗЭ.
10	1	Опишите химические свойства фосфатов, карбонатов и прочих соединений лантанидов.
	2	Опишите основные классы комплексных соединений РЗЭ и укажите области их использования?
11	1	В каких отраслях техники применяются РЗЭ?
	2	Какие соединения РЗЭ применяют в стекольной и керамической промышленности?
12	1	Какие РЗЭ применяются для магнитных сплавов, полупроводниковых материалов и диэлектриков?
	2	В каких областях техники и сельского хозяйства применяются соединения РЗЭ?
13	1	Какие сопутствующие элементы содержат редкоземельные минералы?
	2	Почему для ионов трёхвалентных лантанидов наблюдаются малоинтенсивные полосы в электронных спектрах поглощения?
14	1	Назовите минералы РЗЭ, имеющие наибольшее промышленное значение.
	2	Как соотносятся величины магнитного момента с электронной конфигурацией ионов лантанидов?
15	1	Какие минералы являются одним из основных источников получения редкоземельных элементов?
	2	В каких химических процессах можно получить фториды лантанидов(IV)?
16	1	Какие основные способы обогащения применяют для получения монацитовых концентратов?
	2	В каких химических процессах можно получить галогениды лантанидов(II)?
17	1	Каково содержание лантанидов в соответствующих концентратах?
	2	В каких химических процессах можно получить иодиды лантанидов(III)?
18	1	Назовите важные и потенциальные сырьевые источники РЗЭ.
	2	В каких химических процессах можно получить бромиды лантанидов(III)?
19	1	Какие два способа разложения монацитовых концентратов используют в промышленной практике?

	2	В каких химических процессах можно получить хлориды лантанидов(III)?
20	1	Из каких основных операций состоит сернокислотный способ разложения монацитовых концентратов?
	2	Опишите строение этилендиамина тетраацетата лантана.
21	1	Опишите условия проведения сернокислотного разложения монацита?
	2	Назовите координационные числа, характерные для ионов Ln^{4+} . Приведите хотя бы один пример соответствующего комплекса.
22	1	Запишите основные химические реакции сернокислотного разложения монацита?
	2	Назовите координационные числа, характерные для ионов Ln^{3+} . Приведите хотя бы один пример соответствующего комплекса.
23	1	Как выделить из сульфатных растворов ториевый концентрат и концентрат РЗЭ?
	2	Назовите координационные числа, характерные для ионов Ln^{2+} . Приведите хотя бы один пример соответствующего комплекса.
24	1	Из каких основных операций состоит щелочной способ разложения монацитовых концентратов?
	2	Опишите схему технологии переработки бастнезита.
25	1	Сопоставьте схемы переработки монацитового концентрат, включающие сернокислотный или щелочной способ разложения монацита?
	2	Опишите схему технологии переработки монацита.
26	1	Опишите условия проведения щелочного разложения?
	2	Назовите наиболее значимые минералы, содержащие РЗЭ.
27	1	Назовите основные химические реакции щелочного разложения монацита?
	2	Насколько соответствует сути термин «РЗЭ»?
28	1	На чем основано экстракционное разделение РЗЭ?
	2	Опишите закономерность в изменении ионных радиусов Ln^{2+} от порядкового номера.
29	1	Какие экстрагенты используют в промышленной практике для разделения РЗЭ?
	2	Опишите закономерность в изменении ионных радиусов Ln^{4+} от порядкового номера.
30	1	Каков состав экстрагируемого комплекса при экстракции РЗЭ трибутилфосфатом?
	2	Опишите закономерность в изменении ионных радиусов Ln^{3+} от порядкового номера.
31	1	Какова закономерность изменения значений коэффициента распределения в ряду лантаноидов при экстракции их трибутилфосфатом из азотнокислых растворов?
	2	Перечислите РЗЭ, проявляющие четырехвалентное состояние.
32	1	Как изменяются константы устойчивости у комплексов лантанидов с ЭДТА?
	2	Назовите РЗЭ, существующие в водных средах в двухвалентном состоянии.

33	1	Из каких исходных соединений преимущественно получают редкоземельные металлы?
	2	Назовите известные для ионов РЗЭ состояния окисления. Какое из них является наиболее устойчивым?
34	1	Как получить безводные хлориды лантанидов?
	2	Перечислите фамилии наиболее известных химиков - открывателей лантанидов.
35	1	Как получить безводные фториды РЗЭ?
	2	К какой подгруппе лантанидов можно отнести иттрий и почему?
36	1	Какие редкоземельные металлы нельзя получить металлотермически и почему?
	2	Что представляет собой дидим?
37	1	Опишите условия проведения электролиза получения металлических лантанидов.
	2	В честь какого события был назван церий?
38	1	Перечислите легкие и тяжелые лантаниды. Входит ли лантан в эти группы?
	2	Объясните, почему металлы цериевой подгруппы получают кальциетермическим восстановлением хлоридов или фторидов, а для получения металлов иттриевой подгруппы хлориды неприемлемы?

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

Киселев Ю.М., Добрынина Н. А. «Химия координационных соединений» М. ИЦ. «Академия» 2007, 350 с

Киселев Ю.М. «Химия координационных соединений» М. Изд. «ЮРАЙТ» 2014, 630 с

Дополнительная литература

Ю.Н. Кукушкин «Химия координационных соединений», М. Высш. Школа, 1985,

Ю.Н. Кукушкин «Реакционная способность координационных соединений» Л. Химия 1987,

Ю.Н. Кукушкин «Соединения высшего порядка» Л. Химия 1991,

«Химия координационных соединений» /под ред. Дж. Бейлара, Д. Буша, пер. под ред. И.И. Черняева, М., ИЛ, 1960

И.И. Черняев, Н.Н. Желиговская «Химия комплексных соединений», М. Химия, 1966

В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Гарновский «Координационная химия», Киев: ИКЦ «Академкнига», 2007

6.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

6.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8.Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

7. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., Ю.М.Киселев