

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.03.01.02 ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Химия редких и рассеянных элементов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

04.05.01.31 Физическая химия

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

Д-р хим. наук, профессор, Головнев Николай Николаевич

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Приобретение углубленных знаний студентами в области химии редких и рассеянных элементов, с целью последующего применения в профессиональной деятельности

1.2 Задачи изучения дисциплины

Расширить и систематизировать знания студентов, связанные с химическими свойствами редких и рассеянных элементов, их важнейших соединений.

На базе теоретических знаний понять научные основы переработки природного и вторичного сырья, физико-химические закономерности процессов получения простых веществ и химических соединений, направления практического использования соединений редких и рассеянных элементов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-6: Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	
ОПК-6: Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	Нормы и правила представления работы, принятые в современном профессиональном обществе Основные способы и формы представления результатов работы Нормы представления отчета на русском языке и иностранных языках Представлять информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры Представлять результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке Навыками представления работы на русском и иностранных языках Способностью излагать мысли в устном и письменном докладе Навыками оформления работы в соответствии с требованиями
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	

УК-1: Способен осуществлять критический анализ	основные источники возникновения критических ситуаций
проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p>особенности системного подхода к анализу и решению поставленных задач</p> <p>методологию действий при решении задач исследования</p> <p>уметь критически оценивать полученную информацию, сопоставлять между собой данные из разных источников, оценивать их достоверность</p> <p>планировать действия при решении поставленных задач</p> <p>осуществлять критический анализ ситуации и предпосылки к её возникновению</p> <p>владеть умением критически оценивать и обобщать полученную информацию из разных источников, применять её для решения поставленного вопроса</p> <p>навыками решения задач химической направленности</p> <p>способностью к анализу рисков и возможностей решения чрезвычайных ситуаций и проблем</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	1,5 (54)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1.									
	1. Редкие и рассеянные элементы. Общая характеристика на основе сравнения электронного строения, физических и химических свойств.	2							
	2. Редкоземельные элементы (РЗЭ). Физические свойства скандия, иттрия, лантана. Взаимодействие с кислородом, водой, кислотами, щелочами, галогенами. Оксиды и гидроксиды, их кислотно-основные свойства. Особенности химии скандия и его получение.	2							
	3. Лантаноиды (лантаниды, Ln). Формы f-орбиталей, особенности их заполнения. Характерные степени окисления. Реакции с кислородом, водородом, водой, кислотами, аммиаком, галогенами и халькогенами. Растворимость солей. «Сэндвичевые» и кластерные соединения. Общие закономерности образования комплексов. Особенности соединений Ce(IV) и Eu(II).	2							

4. Нахождение лантаноидов в природе. Методы разделения лантаноидов. Схема сернокислотного вскрытия монацита. Экстракционная технология. Принципиальная технологическая схема получения чистых лантаноидов и их соединений. Экстракция и ионный обмен.			4					
5. Основные различия в химии 4f-элементов и d-элементов Лантаноидное сжатие. Окислительно-восстановительные равновесия в воде. Изменение стандартного электродного потенциала реакции $\text{Ln}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Ln}$ в ряду лантаноидов. Окислительно-восстановительные равновесия $\text{Ln}^{3+}/\text{Ln}^{2+}$.	4							
6. Координационные соединения лантаноидов. Основные донорные атомы в химии лантаноидов. Изменение устойчивости комплексов в ряду $\text{Ln}(\text{III})$ в водном растворе. Хелатные комплексы и хелатный эффект. Координационные числа в аквакомплексах $[\text{Ln}(\text{H}_2\text{O})_n]^{3+}$. Геометрическое строение аквакомплексов.	2							
7. Энергия расщепления 4f-орбиталей кристаллическим полем. Электронные спектры комплексов лантаноидов. Правило Лапорта. Окраска ионов Ln^{3+} и их комплексов в водном растворе. Спектры люминесценции и методы их возбуждения.	2							
8. Actinoids. Радиоактивность элементов. Электронная конфигурация атомов и ионов в устойчивых степенях окисления. Степени окисления легких (Th–Cm) и тяжелых (Bk–Lr) актиноидов. Сравнение энергии 5f- и 6d-орбиталей. Поведение 5f- и 4f-орбиталей при комплексообразовании.	2							

<p>9. Химия тория. Взаимодействие с HCl, HNO₃(конц.) и с неметаллами (ThCl₄, ThH₂). Оксид и гидроксид Th(IV). Строение иона Th⁴⁺ в кислом водном растворе. Координационное число в галогенидах Th(IV), их сравнительная устойчивость. Получение соединений Th (III) (ThI₃, Th₂S₃ и т.п.).</p>	2							
<p>10. Бериллий. Минерал берилл, Be₃Al₂[Si₆O₁₈]. Драгоценные камни. Сернокислотный метод переработки берилла. Особенности химии бериллия. Диагональное сходство с алюминием. Взаимодействие бериллия и его солей с концентрированным водным раствором фторида аммония. Хлорид и фторид бериллия(II). Оксид и гидроксид бериллия. Протолиз аква-иона бериллия. Комплексы бериллия с неорганическими лигандами.</p>	2							
<p>11. Галлий, индий, таллий. Эффекты d-сжатия и f-сжатия. Электронное строение. Степени окисления. Получение и применение металлов. Оксиды и гидроксиды. Соли и их гидролиз. Комплексные соединения.</p>	2							
<p>12. Германий. Свинец и олово. Получение и применение. Водородные соединения. Оксиды элементов. Амфотерный гидрат GeO₂·xH₂O. Гидроксиды олова и свинца. Комплексные соединения Ge(IV), Sn(II, IV) и Pb(II).</p>	2							

13. Висмут и сурьма. Нахождение в природе. Получение. Применение. Физические и химические свойства элементов. Степени окисления элементов. Гидроксиды, соли кислородсодержащих кислот и комплексные соединения элементов. Применение в медицине комплексов висмута.	3							
14. Селен и теллур. Нахождение в природе. Получение из шламов. Применение. Полиморфизм Se и Te. Химические свойства элементов. Водородные соединения. Оксиды.	3							
15. Оксокислоты H_2EO_3 и H_2EO_4 и их соли. Диссоциация в растворе и окислительно-восстановительные свойства.	2							
16. Молибден, вольфрам. Общая характеристика. Нахождение в природе, получение и применение простых веществ. Физические и химические свойства элементов. Степени окисления элементов. Оксиды, гидроксиды, соли кислородсодержащих кислот и комплексные соединения элементов 6 группы. Гетерополисоединения. Пероксиды и галогениды.	2							
17. Рений. Нахождение в природе. Получение. Применение. Физические и химические свойства. Степени окисления. Оксиды, гидроксиды, соли кислородсодержащих кислот и комплексные соединения. Галогениды.							9	
18. Обобщение данных по химии редких и рассеянных элементов переходных металлов.							6	
19. Реферат по выбранной теме из предложенного списка							9	

20. Оксиды лантаноидов: состав, получение, строение. Сверхпроводники на их основе. Эффект Мейсснера. Краткая характеристика боридов, карбидов, нитридов гидридов и сульфидов. Оксисульфиды и оксисульфаты лантаноидов и их применение.							6	
21. Электронные и магнитные свойства лантаноидов. Термы по Расселу-Саундерсу. Правила Хунда. Определение термина основного состояния Ln^{3+} . Магнитные моменты ионов Ln^{3+} , влияние на них окружающих лигандов. Анализ диаграмм энергетических уровней Ln^{3+} . Метод адиабатического размагничивания, его суть и применение для получения сверхнизких температур							6	
22. Комплексы лантаноидов как ЯМР смещающие реагенты, возможности их использования для установления строения соединений. Время релаксации. Магнитно-резонансная томография, МРТ в медицине. Комплексы гадолиния(III) их применение в качестве контрастных веществ. Проблема выбора контрастных соединений лантаноидов.							6	
23. Получение тория и урана. Получение трансурановых элементов.							6	
24. Люминесценция Tb^{3+} и Eu^{3+} . Использование соединений лантаноидов в дисплеях. Тушение люминесценции. Подбор лигандов для снижения тушения люминесценции в водном растворе. Роль органических лигандов в люминесценции, эффекты антенны. Применение люминесценции комплексов Ln в химическом анализе, телевидении, лазерах			4					

25. 15. Химия урана. Ядерная энергетика. Изотопы урана. UF ₆ . Получение ядерного топлива, методы обогащения урана. Оксиды урана. Гидрид UH ₃ . Реакции с галогенами и кислотами (HCl, HNO ₃). Соли катиона UO ₂ ²⁺ . Строение [UO ₂ (H ₂ O) ₆] ²⁺ . Оксид и гидроксид U(VI). Строение [UO ₂ (CO ₃) ₃] ⁴⁻ , его образование при извлечении урана. Важнейшие соединения U(IV): UO ₂ , UF ₄ , U(OH) ₄ . Анализ диаграммы Фроста для урана при pH=0.			4					
26. Химия плутония. Степени окисления. Взаимодействие с кислотами неокислителями. Важнейшие соединения: K ₂ PuO ₄ , PuO ₂ , PuCl ₃ , PuH ₂ .			4					
27. Общая характеристика элементов 1 группы. Литий, рубидий цезий. Нахождение в природе. Получение металлов. Физические свойства. Химические свойства Li, Rb и Cs. Особенности химии лития. Продукты горения металлов на воздухе Амальгамы металлов. Оксиды и гидроксиды. Пероксиды и озониды. Комплексы металлов с краун-эфирами.			2					
28. Цирконий и гафний. Нахождение в природе. Разделение металлов. Получение. Методы переработки циркона. Применение Zr и Hf. Физические свойства. Взаимодействие Zr и Hf с HF, HF+HNO ₃ и концентрированной H ₂ SO ₄ . Диоксиды. Гидроксиды. Соли и комплексы. Гидриды металлов.	2							
29. Инертные газы. Нахождение в природе. Получение. Применение. Физические и химические свойства. Степени окисления. Оксиды, фториды и оксофториды.							6	

30.								
Bcero	36		18				54	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия: Т. 3. Химия переходных элементов: учебник для студентов вузов по направ. 510500 "Химия" и спец. 011000 "Химия": в 3-х т.(Москва: Академия).
2. Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия: Т. 3. Химия переходных элементов: учебник для студентов вузов по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия": в 3-х т.(Москва: Академия).
3. Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия: Т. 1. Физико-химические основы неорганической химии: учебник для студ. вузов по напр. и спец. "Химия" : в 3-х томах(Москва: Академия).
4. Третьяков Ю. Д. Неорганическая химия: Т. 2. Химия непереходных элементов: учебник для студ. вузов по напр. и спец. "Химия"(Москва: Академия).
5. Коровин С. С., Дробот Д. В., Федоров П. И., Коровин С. С. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология: Кн. 2: учебник для вузов (Москва: МИСИС).
6. Коровин С. С., Зими́на Г. В., Резник А. М., Букин В. И. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология: Кн. 1: [учеб. для вузов по направлению "Материаловедение и технология новых материалов", специальности "Химическая технология редких элементов и материалов на их основе": в 3 кн.](Москва: МИСИС).
7. Бортников Н. С. Фундаментальные основы формирования ресурсной базы стратегического сырья (Au, Ag, Pt, Cu, редкие элементы и металлы): [монография](Москва: ГЕОС).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. MS Office (MS Word, MS PowerPoint, MS Excel), Adobe Acrobat, Adobe Flash Player или KMPlayer, аудиопроигрыватель AdobeFlash до Winamp.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. В настоящее время Научная библиотека СФУ располагает доступом к целому ряду электронных научных журналов и баз данных Online, список которых представлен на странице <http://bik.sfu-kras.ru>.
- 2.
3. Российские электронные научные журналы и базы данных online
4. Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU): <http://elibrary.ru>
5. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): <http://uisrussia.msu.ru>
6. ЭБ Издательского дома «Гребенников»: <http://grebennikon.ru>

7. Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://dvs.rsl.ru> (доступ к полному тексту), <http://diss.rsl.ru> (доступ к каталогу)
8. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина: <http://elib.gubkin.ru>.
9. Электронно - библиотечная база данных «Электронная библиотека технического ВУЗа»: <http://www.studentlibrary.ru>
10. Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com>
11. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: <http://ibooks.ru> [
- 12.
13. Зарубежные электронные научные журналы и базы данных online
14. American Physical Society: <http://publish.aps.org>
15. Annual Reviews Science Collection: <http://www.annualreviews.org>
16. Cambridge University Press: <http://www.journals.cambridge.org>
17. Elsevier: <http://www.sciencedirect.com>
18. Institute of Physics: <http://www.iop.org>
19. Nature: <http://www.nature.com>
20. Scopus: <http://www.scopus.com>
21. Springer: <http://www.springerlink.com>
22. Web of Science: <http://isiknowledge.com>
23. Wiley (Blackwell): <http://www.blackwell-synergy.com>
24. Royal Society of Chemistry (журналы открытого доступа): <http://www.rsc.org>
- 25.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое материально-техническое обеспечение для реализации дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
- компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами с возможностью к библиотечным и справочным ресурсам через Интернет.