

Ульяновский государственный университет
Экологический факультет

РАДИОХИМИЯ

Методические указания
для самостоятельной работы бакалавров
направления подготовки 04.03.01 Химия

Ульяновск, 2019

**Рекомендовано к введению в образовательный процесс решением Ученого совета
Института медицины, экологии и физической культуры Протокол № 9/209 от 15. 05. 2019 г**

Рецензент – к.х.н., доцент кафедры химии УлГПУ Кафиятуллина А.Г..

Радиохимия: Методические указания самостоятельной работы бакалавров направления подготовки 04.03.01 Химия/ З.В.Подольская – Ульяновск: УлГУ, 2019. – 12 с.

Методическое пособие по дисциплине «Радиохимия» предназначено в помощь студентам, обучающимся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, для самостоятельного изучения отдельных разделов курса. Методические указания включают в себя требования к результатам освоения дисциплины, тематический план дисциплины, список рекомендуемой литературы, контрольные вопросы к зачету.

© Ульяновский государственный университет, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
5. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЯ
6. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ
7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ТЕМАМ КУРСА
8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины:

изучение фундаментальных понятий, представлений и физико-химических моделей, используемых в современной радиохимии

Задачи освоения дисциплины:

- разъяснить суть фундаментальных понятий и представлений радиохимии, раскрыть роль радиоактивности в физико-химических процессах, протекающих в земной коре, гидросфере и атмосфере.

рассмотреть важнейшие химико-технологические и экологические проблемы современной атомной энергетики

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Радиохимия» относится к циклу Б1. Дисциплины (модули) вариативная часть (дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4). Дисциплина основывается на базовых знаниях отдельных дисциплин (физика, неорганическая химия, математика) и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Дисциплина является предшествующей для изучения следующих дисциплин: кристаллохимия, строение вещества, химическая технология, безопасность жизнедеятельности.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины «Радиохимия» в рамках освоения ОПОП 04.03.01 - Химия направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1 способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	<p><u>Знать:</u> Основные понятия и определения радиохимии; Законы радиоактивного распада; Радиоактивные семейства урана, актиноурана и тория; Классификацию методов выделения и разделения; Основные законы, закономерности, механизмы и области применения методов выделения и разделения радионуклидов (сокристаллизация, дробная кристаллизация, адсорбционное соосаждение, хроматография, экстракция, электрохимические методы)</p> <p><u>Уметь:</u> Выбрать оптимальный метод выделения микрокомпонента; Выбрать необходимые для выделения реагенты, материалы, устройства; Представить все этапы химических процессов и химического анализа в виде уравнений реакций. Подготавливать пробы, содержащие радиоактивные элементы для радиометрического анализа; Использовать закон распада для расчета активности и массы радиоактивных веществ; Проводить расчеты изменения скорости счета при прохождении радиоактивного излучения через вещество;</p> <p><u>Владеть:</u> методиками подготовки проб радиоактивных элементов для проведения радиометрического анализа. навыками радиохимического выделения дочерних продуктов распада естественных радиоактивных элементов. навыками проведения радиометрических измерений. навыками обработки, анализа и осмысления результатов радиохимического выделения элементов и их радиометрического измерения. навыками представления итогов измерений в виде отчетов и публикаций</p>

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Основная:

Бекман Игорь Николаевич. Радиохимия в 2 т. Т. 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность : Учебник и практикум для вузов / Бекман Игорь Николаевич; Бекман И. Н. - Москва: Юрайт, 2020. - 386 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/450473>

Бекман Игорь Николаевич. Радиохимия в 2 т. Т. 1 фундаментальная радиохимия : Учебник и практикум для вузов / Бекман Игорь Николаевич; Бекман И. Н. - Москва : Юрайт, 2020. - 473 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/450184>

Егоров Юрий Вячеславович. Методы концентрирования и разделения радионуклидов : Учебное пособие для вузов / Егоров Юрий Вячеславович, Бетенеков Николай Дмитриевич, Пузако Виталий Дмитриевич; Егоров Ю. В., Бетенеков Н. Д., Пузако В. Д. ; под общ. ред. Егорова Ю.В. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 129 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/472618>

Дополнительная литература

Бекман Игорь Николаевич. Неорганическая химия. Радиоактивные элементы : Учебник Для бакалавриата и магистратуры / Бекман Игорь Николаевич; Бекман И. Н. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2019. - 399 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/437298>

Карелин, В. А. Лабораторный практикум по радиохимии : учебно-методическое пособие / В. А. Карелин; В. А. Карелин. - Лабораторный практикум по радиохимии ; 2026-04-06. - Томск : Томский политехнический университет, 2019. - 127 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 06.04.2026 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/106177.html>

Давыдов, Ю. П. Основы радиохимии : учебное пособие / Ю. П. Давыдов; Ю. П. Давыдов. - Основы радиохимии ; 2023-01-20. - Минск : Вышэйшая школа, 2014. - 319 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 20.01.2023 (автопродлонгация). - электронный. - Электрон. дан. (1 файл). - URL: <http://www.iprbookshop.ru/35519.html>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

в) профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2021]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2021]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2021]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2021]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2021]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2021]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763->

e97828f9f7e1%40sessionmgr102. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.9. Русский язык как иностранный: электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2021]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2021].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий: электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. **Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **SMART Imagebase** // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. **Единое окно доступа к образовательным ресурсам**: федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. **Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ: модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа: для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. РАЗДЕЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				Самост. работа	Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			в т.ч. занятия в интерактивной форме		
		лекции	Практические занятия, семинары	лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Общая радиохимия							
Тема 1.1. Предмет радиохимии		2				2	устный опрос

Тема 1.2. Поведение изотопных частиц		4		6	7	2	устный опрос
Тема 1.3. Процессы изотопного обмена		2		6	7	1	устный опрос
Тема 1.4. Состояние радионуклидов в растворах		2		6	1	1	устный опрос
Тема 1.5. Распределение микроколичеств радиоактивных изотопов между твердой и жидкой фазами		2		6	1	1	устный опрос
Тема 1.6. Адсорбция радиоактивных веществ		2		6	1	1	устный опрос
Тема 1.7. Электрохимические методы в радиохимии		2		6	1	1	тестирование
Тема 1.8. Ионообменные методы в радиохимии		2			1	1	тестирование
Тема 1.9. Экстракционные методы в радиохимии		4			2	1	тестирование
Раздел 2. Химия радиоактивных элементов							
Тема 2.1. Радиоактивные элементы в природе		2			2	1	тестирование
Тема 2.2. Химия технеция		2		6	7	1	устный опрос
Тема 2.3. Актиний и актиниды		2			1	1	тестирование
Тема 2.4. Химия урана и трансурановых элементов		2			2	2	тестирование
Раздел 3. Прикладная радиохимия							
Тема 3.1. Радиоактивные индикаторы в химических исследованиях		2			1	1	тестирование
Тема 3.2. Основы химии ядерного топливного цикла		2		6	1	1	устный опрос
Тема 3.3. Применение радиохимических методов при мониторинге окружающей среды		2					устный опрос
ИТОГО		36	0	54	36	18	

6. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Общая радиохимия

Тема 1.1. Предмет радиохимии История научных открытий конца XIX и начала XX века, приведших к возникновению радиохимии и становлению её как самостоятельного раздела химии. Роль ученых различных стран в создании и развитии радиохимии. Характерные особенности и этапы развития радиохимии.

Тема 1.2. Поведение изотопных частиц Общехимические свойства изотопных частиц. Причины идентичности общехимических свойств изотопов. Термодинамическое поведение изотопных частиц. Критерии идентичности термодинамического поведения изотопов. Кинетическое поведение изотопных частиц. Критерии идентичности кинетического поведения изотопов.

Тема 1.3. Процессы изотопного обмена Классификация реакций изотопного обмена. Особенности и причины протекания реакций изотопного обмена. Кинетика гомогенного изотопного обмена. Степень обмена. Механизмы реакций изотопного обмена. Использование реакций гомогенного изотопного обмена для выяснения химической природы соединения. Гетерогенный изотопный обмен. Использование изотопного обмена для синтеза меченых соединений. Экспериментальные методы исследования процессов изотопного обмена.

Тема 1.4. Состояние радионуклидов в растворах Ионнодисперсное, молекулярное и коллоидное состояние. Истинные коллоиды и псевдоколлоиды. Факторы, влияющие на процесс образования радиоколлоидов. Методы обнаружения и изучения радиоколлоидов: методы адсорбции и десорбции, диализа, ультрафильтрации, центрифугирования, диффузии, электрофореза, радиографии, экстракции, ионного обмена.

Тема 1.5. Распределение микроколичеств радиоактивных изотопов между твердой и жидкой фазами Значение процессов распределения для радиохимии. Поведение вещества в состоянии крайнего разведения и процессы соосаждения. Закон соосаждения Хана. Соосаждение при отсутствии изоморфизма. Объединенное правило Фаянса-Хана. Процессы изоморфной и изодиморфной сокристаллизации. Определение изоморфизма по Гольдшмидту. Гомогенное распределение микрокомпонента между твердой и жидкой фазами. Закон Бергло-Нернста. Доказательство возможности истинного термодинамического равновесия между кристаллами и раствором. Закон Хлопина. Факторы, влияющие на распределение компонентов между твердой и жидкой фазами. Гетерогенное (неравновесное) распределение микрокомпонента между твердой и жидкой фазами. Связь характера распределения с постоянной кристаллизации λ . Распределение микрокомпонента между твердой фазой и расплавом. Методы разграничения 5 различных видов сокристаллизации. Примеры использования процессов изоморфной сокристаллизации при радиохимических исследованиях.

Тема 1.6. Адсорбция радиоактивных веществ Правила адсорбции и систематика адсорбционных явлений. Первичная и вторичная адсорбция. Классификация адсорбционных процессов по Ратнеру. Механизм адсорбции, влияние различных факторов на процесс адсорбции. Первичная потенциалообразующая адсорбция. Первичная обменная адсорбция. Вторичная обменная адсорбция. Влияние на адсорбционные процессы различных факторов. Внутренняя адсорбция. Особенности процессов распределения вещества в результате внутренней адсорбции. Методы разграничения отдельных видов адсорбции. Использование адсорбционных процессов в радиохимии.

Тема 1.7. Электрохимические методы в радиохимии Особенности электрохимии радиоактивных элементов. Электрохимическое выделение изотопов с применением внешней ЭДС. Методы определения критического потенциала осаждения радиоактивных элементов: метод Хевеши-Панета, метод Ф. Жолио-Кюри, метод Зива, Сеницыной, объединенный метод. Применимость уравнения Нернста к случаю электрохимического осаждения микроколичеств вещества. Влияние природы электрода на величину критического потенциала осаждения радиоактивных элементов. Применение электрохимических методов для исследования химических и физико-химических свойств радиоактивных изотопов. Электрохимические методы выделения и разделения радиоактивных элементов. Бестоковое осаждение. Электролиз.

Тема 1.8. Ионообменные методы в радиохимии Физико-химические основы метода. Требования к ионообменным смолам и их основные свойства. Общие закономерности ионообменной хроматографии. Изучение состояния радиоактивных изотопов методом ионного обмена. Практические вопросы разделения и выделения изотопов с помощью ионного обмена.

Тема 1.9. Экстракционные методы в радиохимии Общие представления и основные закономерности. Факторы, влияющие на процесс экстракции. Нейтральные, кислотные и основные экстрагенты. «Зеленые» экстракционные технологии. Кинетика процессов экстракции.

Раздел 2. Химия радиоактивных элементов

Тема 2.1. Радиоактивные элементы в природе Свойства и характеристики представителей естественных радиоактивных семейств: актиний, франций, радий, астат, радон, висмут, полоний.

Тема 2.2. Химия технеция Технеций: ядерные свойства. Простые и сложные соединения: гидриды, оксиды, сульфиды, галогениды, металлоорганические соединения. Кластерные соединения. Химия растворов. Применение технеция. Технеций в окружающей среде. Методы определения и разделения технеция.

Тема 2.3. Актиний и актиниды Возникновение актиноидной гипотезы (Бор, Сиборг). Общая характеристика гипотезы. Характеристика электронных структур элементов. Химические и

физические доказательства актиноидного характера элементов с порядковыми номерами 90-104 (изменение устойчивости валентных состояний, кристаллографические данные об актиноидном сжатии, спектры поглощения растворов, магнитная восприимчивость и др.). Особенности первых членов ряда (торий, уран). “Уранидная ” и “торидная” гипотеза (Гайсинский, Захариазен). Современные данные о состояниях окисления актинидных элементов. Трансактиниды. Их место в периодической таблице элементов. Электронные конфигурации. Экспериментально доказанные и предсказанные химические свойства трансактинидов. О границах периодической системы. Синтез сверхтяжелых элементов.

Тема 2.4. Химия урана и трансурановых элементов Ядерные свойства. Разделение изотопов, выделение изотопов, образующихся при радиоактивном распаде. Простые и сложные соединения: гидриды, карбиды, силициды, халькогениды, галогениды. Химия растворов. Состояния окисления. Термодинамические параметры. Электродные потенциалы. Распространенность в природе: минералы, экономически рентабельные месторождения, низкосортные месторождения. Получение и очистка. Предварительное концентрирование. Извлечение из руд. Переработка урановой руды в ядерное топливо.

Раздел 3. Прикладная радиохимия

Тема 3.1. Радиоактивные индикаторы в химических исследованиях Основные направления использования радионуклидов для анализа вещества. Преимущества использования радионуклидов в химическом анализе. Определение малого содержания вещества по известной удельной активности, метод изотопного разбавления, анализ, основанный на использовании избытка осадителя, радиометрическое титрование. Активационный анализ. Определение растворимости малорастворимых веществ. Определение давлений насыщенных паров. Определение коэффициентов диффузии в твердых телах (метод снятия слоев) и в жидкостях (капиллярный метод). Определение состава и констант образования комплексных ионов. Использование радиоактивных индикаторов в химической кинетике (определение констант скоростей обратимых реакций при равновесии, кинетический изотопный метод М.Б.Неймана). Использование радионуклидов в электрохимии (изучение адсорбции на электроде, определение чисел переноса). Синтез меченых органических соединений (прямой химический синтез, специфические радиохимические методы, биосинтез). Основные типы задач, решаемых с помощью радиоактивных индикаторов в органической химии. Изучение с использованием радионуклидов механизмов органических реакций; идентификация места разрыва или образования химических связей.

Тема 3.2. Основы химии ядерного топливного цикла Место радиохимии в технологии производства и переработки ядерных материалов. Химия ядерного горючего. Основы ядерного топливного цикла. Преимущества и недостатки различных ЯТЦ. Химия продуктов деления. Отработанное ядерное топливо. Радиохимическая переработка облученного ядерного топлива. Технология обезвреживания радиоактивных отходов: сбор, транспортировка, очистка, переработка, хранение. Роль радиохимии в поддержании водно-химического режима теплоносителя на АЭС. Контроль и очистка от радиоактивных загрязнений теплоносителя на АЭС. Радиоактивные продукты коррозии и проблемы дезактивации. Нанотехнологии в ядерной энергетике.

Тема 3.3. Применение радиохимических методов при мониторинге окружающей среды Радиоэкологические последствия эксплуатации радиационно-опасных объектов. Радиоэкологические проблемы, обусловленные естественными радионуклидами в неядерных областях. Исследование форм нахождения, миграционного поведения техногенных радионуклидов в окружающей среде. Радиационный мониторинг. Особенности объектов исследования. Отбор и первичная обработка проб. Учет потерь летучих веществ. Растворение анализируемых проб. Выделение и радиохимическая очистка исследуемых элементов.

7. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ТЕМАМ КУРСА

1. Основные определения и понятия радиохимии.
2. Особенности объектов исследования в радиохимии
3. Состояние радиоактивных элементов (нуклидов) в жидкой, твердой и газовой фазах.
4. Процессы изотопного обмена. новые экспериментальные методы исследования.
5. Практическое использование реакций изотопного обмена.
6. Процессы соосаждения в радиохимии.
7. Практическое значение и использование процессов соосаждения в радиохимии

8. Процессы адсорбции в радиохимии.
9. Практическое использование процессов адсорбции в радиохимических исследованиях и производствах
10. Процессы жидкостной экстракции в радиохимии.
11. Практическое использование экстракционных процессов в радиохимических исследованиях и производствах
12. Хроматографические процессы в радиохимии.
13. Примеры практического использования хроматографических методов в радиохимии.
14. Электрохимические процессы в радиохимии.
15. Использование электрохимических процессов в радиохимии
16. Химическое состояние атомов, образующихся при ядерных превращениях. Горячие атомы.
17. Получение радиоактивных изотопов.
18. Медицинские радионуклиды
19. Применение радиоактивных изотопов.
20. Метод радиоактивных индикаторов. Ядерная медицина
21. Общая характеристика химии актинидов элементов. Применение
22. Химия тория и протактиния. Применение. Ториевый топливный цикл
23. Химия урана. Методы выделения. Применение.
24. Химия плутония. Реакции диспропорционирования. Методы выделения. Применение.
25. Химия нептуния Методы выделения. Применение
26. Химия америция Методы выделения. Применение.
27. Химия кюрия и транскюриевых элементов. Методы выделения. Применение

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ)

28. Предмет, задачи, характерные особенности и этапы развития радиохимии.
29. Общехимические свойства изотопных частиц. Термодинамическое и кинетическое поведение изотопных частиц.
30. Классификация реакций изотопного обмена. Особенности и причины протекания реакций изотопного обмена.
31. Механизмы реакций изотопного обмена. Области использования реакций изотопного обмена.
32. Кинетика гомогенного изотопного обмена. Степень обмена.
33. Первичная и вторичная обменная адсорбция. Внутренняя адсорбция.
34. Первичная потенциалообразующая адсорбция.
35. Состояние радиоактивных элементов в различных средах и методы его изучения.
36. Факторы, влияющие на распределение компонентов между твердой и жидкой фазами.
37. Закономерности соосаждения: правило Гана, закон Хлопина, уравнение Гендерсона-Кречека.
38. Процессы соосаждения с изотопными, специфическими и неспецифическими носителями.
39. Кинетика процессов соосаждения. Уравнение Дернера-Госкинса.
40. Электрохимические методы выделения и разделения радиоактивных элементов.
41. Применимость уравнения Нернста к случаю электрохимического осаждения микроколичеств вещества.
42. Критический потенциал осаждения радиоактивных элементов: понятие, методы определения, влияние природы электрода на величину потенциала.
43. Преимущества и недостатки электрохимических методов. Основные характеристики.
44. Ионнообменные методы в радиохимии: физико-химические основы.
45. Виды колоночной хроматографии. Комплексообразовательная хроматография в радиохимии.

46. Иониты, применяемые в радиохимии, и их основные свойства.
47. Мессбауэровская спектроскопия и ее применение в радиохимии.
48. Основные характеристики процесса экстракции и ее применение в радиохимии. Нейтральные, кислотные и основные экстрагенты.
49. «Зеленые» экстракционные технологии.
50. Технеций: ядерные свойства. Простые и сложные соединения: гидриды, оксиды, сульфиды, галогениды, металлоорганические соединения. Кластерные соединения. Химия растворов.
51. Применение технеция. Технеций в окружающей среде. Методы определения и разделения технеция.
52. Актиниды. Общая характеристика гипотезы Сиборга. Свойства, характерные степени окисления, поведение в растворах.
53. Нептуний: ядерные свойства. Простые и сложные соединения. Химия растворов.
54. Методы определения и разделения нептуния.
55. Плутоний: ядерные свойства. Простые и сложные соединения. Химия растворов.
56. Методы определения и разделения плутония.
57. Реакция деления: характеристики. Химия продуктов деления.
58. Переработка урановой руды в ядерное топливо. Аффинаж урана.
59. Радиохимическая переработка ОЯТ.
60. Радиоактивные индикаторы в химических исследованиях.
61. Нанотехнологии в ядерной энергетике.