

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

Н. Здрок
« 2 » июля 2020 г.

Регистрационный № УД-9688/уч.



ХИМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 05 03 Химия высоких энергий

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 03-2013, учебного плана №G31-146/уч. от 30.05.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Д.И. МЫЧКО, доцент кафедры неорганической химии химического факультета БГУ, кандидат химических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой неорганической химии
(протокол № 14 от 04.05.2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 5 от 17.06.2020 г.)

Зав. кафедрой _____



Василевская Е.И.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Химия естественных радиоактивных элементов» – познакомить студентов со свойствами естественных радиоэлементов, развить у них навыки анализа информации о поведении радиоэлементов в различных природных и техногенных процессах.

Задачи учебной дисциплины:

1. Систематизация знаний о химических свойства и применении радиоэлементов;
2. Развитие навыков использования методологии радиохимии для идентификации радионуклидов, изучения их состояния в растворах, разделения и выделения из руд, изучения и прогнозирования состава, строения и свойств соединений;
3. Формирование опыта безопасной работы с радиоэлементами.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина «Химия естественных радиоактивных элементов» относится к циклу специальных дисциплин (дисциплин по выбору студента) компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Дисциплина «Химия естественных радиоактивных элементов» опирается на следующие дисциплины – «Ядерная физика»; «Неорганическая химия»; «Аналитическая химия»; «Химия актиноидов».

Дисциплина «Химия естественных радиоактивных элементов» представляет собой теоретическую основу для изучения последующих курсов химического профиля – «Радиохимия», «Введение в ядерную химию», «Радиометрия», «Ядерный топливный цикл и обращение с радиоактивными отходами».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Химия естественных радиоактивных элементов» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни. **социально-личностные** компетенции:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

ПК-2. Принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием и развитием химии, современных ее направлений и физико-химических методов исследования.

ПК-5. Формулировать и решать задачи, возникающие в ходе производственно-технологической деятельности.

ПК-8. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

ПК-9. Работать с научной, технической и патентной литературой, электронными базами данных.

ПК-17. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.

ПК-18. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- физические и химические свойства радиоэлементов;
- формы существования радиоэлемента в природе,
- основные минералы, образуемые радиоэлементом, и способы его извлечения из них;
- биологические функции радиоэлементов и правила работы с их соединениями;
- области использования радиоэлементов;

уметь:

- записывать уравнения химических реакций, характеризующие свойства радиоэлементов;
- проводить расчет распространенности радиоэлемента по данным химического анализа;

- определять активность радиоэлемента по его количеству и периоду полураспада;
- определять количество распавшихся (не распавшихся) ядер радиоэлемента за определённый промежуток времени, или исходных ядер по количеству существующих;
- определять энергию, выделяющуюся при распаде ядер радиоэлементов;
- период полураспада ядер радиоэлементов по вековому равновесию;

владеть:

- понятийным аппаратом радиохимии;
- приемами проведения расчётов концентрации радиоэлементов в природных системах и её изменения со временем распада радиоэлементов;
- опытом анализа, формулировки и решения конкретных радиохимических задач;
- приёмами анализа данных распространённости и форм нахождения радиоэлементов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 4 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Химия естественных радиоактивных элементов» отведено для очной формы получения высшего образования – 54 часа, в том числе 32 аудиторных часа, из них: лекции – 22 часов, практические занятия – 6 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1,5 зачетные единицы.
Форма текущей аттестации – зачёт.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Введение

Предмет, цели и задачи курса.

Раздел 2. Методология работы с естественными радиоэлементами

Тема 2.1. Радионуклиды и радиоактивные элементы в природе

Естественные (первичные, космогенные) и техногенные радионуклиды. Радиоактивные семейства (ряды). Вековое равновесие. Изотопно-чистые элементы. Формы нахождения радиоэлементов в природе. Геохимия радиоэлементов. Миграция радиоактивных элементов. Радиотоксичность химических элементов.

Тема 2.2. Радиоактивные превращения и их характеристика

Строение и устойчивость атомных ядер. Фундаментальные физические взаимодействия. Дефект массы и энергией связи ядра. Радиоактивные превращения и их характеристика. Основные виды радиоактивных превращений атомных ядер. Основные величины, характеризующие радиоактивность атомных ядер. Использование радионуклидов в геохронологии. Теория звездного нуклеосинтеза. Синтез химических элементов и их идентификация.

Тема 2.3. Методы идентификации и изучения состояния радионуклидов

Методы исследования свойств радиоэлементов. Специфика работы с радионуклидами. Методы идентификации радионуклидов. Радиометрические приборы. Химические методы дозиметрии. Масс-спектральный анализ.

Тема 2.4. Состояние радионуклидов в твердой, жидкой и газовой фазах.

Формы, образуемые радиоэлементами в растворах. Состояние радиоактивных изотопов в твердых телах. Состояние радиоактивных изотопов в

газовой фазе. Закономерности в состоянии радиоактивных изотопов. Методы исследования состояния радионуклидов в растворах: метод адсорбции, метод десорбции, метод центрифугирования, метод ультрафильтрации, метод диализа, метод электрофореза и электромиграции, электрохимические методы, метод радиографии, спектрофотометрический метод, метод диффузии, эманирование, выщелачивание и сублимация

Тема 2.5. Методы разделения и выделения радионуклидов

Проблема и методы разделения и выделения радионуклидов. Физико-химические методы разделения. Молекулярно-кинетические методы. Электромагнитный метод. Газодиффузионный метод. Метод газового центрифугирования. Химическое обогащение. Ректификация. Метод электролиза. Изотопный обмен. Лазерный метод. Эффективность применения методов разделения. Методы выделения радионуклидов: соосаждение, сокристаллизация, дробной кристаллизации, хроматография, экстракция, электрохимические методы.

Раздел 3. Химия радиоэлементов

Тема 3.1. Химия висмута

Природные изотопы висмута. Основные формы нахождения висмута в природе. Распространенность висмута в природе. История открытия висмута. Способы определения висмута. Способы выделения висмута из руд. Физические свойства простого вещества. Химические свойства простого вещества и соединений висмута. Биологическая активность висмута, его токсическое действие, гигиенические нормы и техника работы с соединениями висмута. Применение висмута.

Тема 3.2. Химия полония

Изотопы полония. Физические свойства полония. Химические свойства полония и его соединений: металлический полоний, оксиды, галогениды, гидрид, сульфиды и т.д. Соли полония. Полоний в растворе: степени окисления. Комплексные соединения полония. Сопоставление химических свойств элементов подгруппы серы. Получение полония, его применение.

Тема 3.3. Химия астата.

Изотопы астата. Получение более долгоживущих изотопов астата. Физические и химические свойства астата. Сопоставление свойств элементов подгруппы галогенов. Применение астата.

Тема 3.4. Химия радона

Изотопы радона. Физические и химические свойства радона. Получение радона, активные налеты разных изотопов радона. Применение радона.

Тема 3.5. Химия франция

Физические свойства франция и его изотопы. Химические свойства. Сопоставление свойств щелочных элементов.

Тема 3.6. Химия радия

Изотопы радия. Физические свойства радия. Химические свойства радия и его соединений. Соли радия. Радий в растворе. Выделение радия из урановых и ториевых руд. Определение изотопов радия по эманациям (радону, актинону, торону). Применение радия. Сопоставление химических свойств элементов подгруппы магния.

Тема 3.7. Химия актиния

Изотопы актиния. Физические свойства. Химические свойства актиния и его соединений: оксиды, галогениды, и др. Актиний в растворе. Выделение изотопов актиния из урановых и ториевых руд. Получение актиния из радия. Применение актиния.

Тема 3.8. Химия протактиния

Изотопы протактиния. Физические свойства протактиния. Химические свойства протактиния и его соединений: оксиды, галогениды, гидрид, нитрид и т.д. Соли протактиния. Протактиний в растворе. Комплексные соединения. Сопоставление свойств элементов подгруппы ванадия. Способы выделения из урановых руд. Применение протактиния.

Тема 3.9. Химия тория

Руды тория. Изотопы тория. Физические свойства тория. Химические свойства тория, его соединений: металлический торий, оксиды, галогениды, сульфиды и т.д. Соли тория. Торий в растворе. Комплексные соединения тория. Сопоставление свойств элементов подгруппы титана. Выделение тория из руд.

Тема 3.10. Химия урана

Руды урана, изотопы урана. Способы разделения изотопов урана, физические свойства урана. Химические свойства урана и его соединений: металлический уран, оксиды, галогениды, фосфиды, гидриды, карбиды, нитриды, силициды. Соли урана: соли уранила, урана-ты и полиуранаты. Уран в растворе: степени окисления, комплексные соединения урана в разных степенях окисления. Перекисные соединения. Сопоставление свойств элементов подгруппы хрома. Способы выделения урана из руд. Применение урана. Полное разделение элементов продуктов распада урана и тория, схемы выделения всех элементов из урановых и ториевых руд. Урановый топливный цикл. Атомные реакторы и производство ядерного топлива. Утилизация ядерных отходов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.1.	Радионуклиды и радиоактивные элементы в природе	2					0,25	Аудиторная контрольная работа
2.2.	Радиоактивные превращения и их характеристика	2		2			0,5	дискуссия Аудиторная контрольная работа
2.3.	Методы идентификации и изучения состояния радионуклидов	2					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
2.4.	Состояние радионуклидов в твердой, жидкой и газовой фазах	2		2			0,25	Дискуссия выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
2.5.	Методы разделения и выделения радионуклидов	2					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.1.	Химия висмута	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.2.	Химия полония	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.3.	Химия астата	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.4.	Химия радона	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.5.	Химия франция	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.6.	Химия радия	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.7.	Химия актиния	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.8.	Химия протактиния	1					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.9.	Химия тория	2					0,25	Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem
3.10.	Химия урана	2		2			0,25	Дискуссия Выполнение заданий, размещенных на образовательном портале Educhem Аудиторная контрольная работа
	ИТОГО	22		6			4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Бекман, И. Н. Радиохимия в 2 т. Т. 1 фундаментальная радиохимия: учебник и практикум для вузов / И. Н. Бекман. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 473 с.
2. Гергалов, В. И. Радиохимия: учеб.-метод. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Радиоактивность и защита от ионизирующих излучений / В. И. Гергалов. — Минск : БГУ, 2015. — 119 с.
3. Мычко, Д. И. Физико-химические основы геохимии: пособие / Д. И. Мычко. — Минск : БГУ, 2015. — 303 с. : ил. — (Классическое университетское издание).
4. Неорганическая химия: В 3 т./ Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т.3: Химия переходных элементов. Кн. 2: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ [А.А. Дроздов, В.П. Зломанов, Г.Н. Мазо, Ф.М. Спиридонов]. М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 400 с.
5. Химические свойства неорганических веществ: Учеб. пособие для вузов /Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева; Под ред. Р.А. Лидина. — М.: Химия, 2000. — 480 с.
6. Вдовенко, В. М. Современная радиохимия/ В. М. Вдовенко. М.: Атомиздат, 1969. 543 с.
7. Сборник задач по радиохимии: Учеб. пособие для хим. специальностей вузов/ Р.В. Аменицкая, В.М. Глазов, И.А. Коршунов [и др.]; Под ред. И.А. Коршунова.— М.: «Высшая школа», 1969. — 150 с.
8. Мясоедов, Б. Ф. Аналитическая химия трансплутониевых элементов/ Б. Ф. Мясоедов, Л. И. Гусева, И. А. Лебедев, М. С. Милюкова, М. К. Чмутава.. — М.: Наука, 1972. — 376 с.
9. Гринвуд, Н. Н., Эрншо, А. Актиниды и трансактинидные элементы // Химия элементов = Chemistry of the elements / Пер. с англ. ред. кол. — Учебное пособие. — М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2008. — Т. 2. — 607 с.
10. Недобух, Т. А. Основы радиохимии и дозиметрии : учеб.-метод. пособие / Т. А. Недобух, А. В. Воронина, А. С. Кутергин. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 136 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Несмеянов, А. Н. Радиохимия/ А. Н. Несмеянов. М.: Химия, 1978.
2. Некрасов, Б. В. Основы общей химии/ Б. В. Некрасов. М.: Химия. Т. 1,1965,1.2,1967.
3. Нефедов, В. Д. Радиохимия/ В. Д. Нефедов, Е. Н. Текстер, М. А. Торопова. М.: Высшая школа, 1987.
4. Сиборг, Г. Химия актинидовых элементов/ Г. Сиборг, Д. Кау. М.: Атомиздат, 1960.

5. Gregory, R. Radiochemistry and Nuclear Chemistry/ Gregory R. Choppin, Jan-Olov Liljenzin, Jan Rydberg.. — 3-е изд. — Butterworth-Heinemann, 2002. — 709 с.
6. Вайгель, Ф. Химия актиноидов = The Chemistry of the Actinide Elements / Пер. с англ.; под ред. Дж. Каца, Г. Сиборга, Л. Морсса. — М.: «Мир», 1997. — Т. 2. — 664 с.
7. Радиационная безопасность: Учеб. пособие для студентов инженер.-техн. и технол. Специальностей/ П.Г. Кужир, И.А. Сатиков, Е.Е. Трофименко; Под ред. В.И. Сьражева. — Мн.: НПООО «ПИОН», 1999. — 280 с.
8. Закутинский, Д.И. Справочник по токсикологии радиоактивных изотопов/ Д.И. Закутинский, Ю.Д. Парфёнов, Л.Н. Селиванова. — М.: Государственное издательство Медицинской литературы, 1962. — 116 с.
9. Ядерная химия = Nuclear Chemistry: учеб. пособие/ Т.А. Савицкая [и др.]. — Минск: Изд. Центр БГУ, 2011. — 224 с.
10. Гергалов, В.И. Радиация, жизнь и окружающая среда: Учеб. пособие для 10-11 кл. общеобразоват. Шк. Мн.: Нар. асвета, 1994. — 159 с.
11. Титаева, Н.А. Ядерная геохимия. Учебник, 2-е изд., испр. и доп. — М.: МГУ, 2000. — 336 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Оценка за контрольную работу формируется, исходя из количества верных ответов в тесте.

Оценка за письменные отчёты за задания формируется с учётом их правильности, оригинальности и завершенности, широты и глубины владения теоретическим материалом, используемым при их выполнении.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Химия естественных радиоактивных элементов» учебным планом предусмотрен зачет.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку (формирование оценки за текущую успеваемость):

- работа на семинарских занятиях (дискуссия) — 20 %;
- выполнение контрольных работ — 40 %;
- выполнение заданий — 40 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и зачетной оценки с учетом их весовых