

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ.Н.С.КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИОНХ РАН)

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Направление подготовки
04.06.01 – ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Направленность (профиль) программы
Аналитическая химия

Квалификация (степень)
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный срок обучения – 4 года
Форма обучения – очная

Москва
2019 г

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью учебного курса «Методы разделения и концентрирования» является расширение и углубление знаний аспирантами основных теоретических понятий в области современных методов разделения, выделения и концентрирования веществ, а также ознакомление аспирантов с возможностями практического применения этих методов для решения сложных аналитических задач.

Основными задачами изучения данного учебного курса является формирование у аспирантов углубленных знаний по теоретическим основам и аппаратурному оформлению существующих разделения и концентрирования, без понимания и освоения которых невозможна подготовка высококвалифицированных специалистов и преподавателей высших учебных заведений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Настоящая дисциплина «Методы разделения и концентрирования» - входит в основную профессиональную образовательную программу высшего образования – программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки по специальности 02.00.02 – Аналитическая химия.

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и входит в вариативную часть в качестве дисциплины по выбору.

В курсе изложены общие принципы разделения и концентрирования веществ; рассматриваются физические и химические методы разделения, выделения и концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе, а также различные варианты хроматографии. Основной целью изучения дисциплины является углубленное ознакомление аспирантов с современным состоянием проблемы разделения и концентрирования веществ как важнейшей стадии химического анализа сложно-компонентных объектов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

Универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

Профессиональные компетенции:

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 02.00.02 Аналитическая химия (ПК-1);

- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования (ПК-2).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Дисциплина изучается на втором году обучения в аспирантуре. Дисциплина состоит из 5 разделов.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак	КСР.		
1.	Методы разделения и концентрирования	144	57	17	40	-	-	87	кандидатский экзамен по специальности

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1.	Теоретические основы. Сорбционные методы и методы экстракции.	4	8	-	-	18
2.	Другие методы разделения и концентрирования	4	8	-	-	18
3.	Хроматографические методы. Газовая	3	8	-	-	17

	хроматография.					
4.	Жидкостная хроматография	3	8	-	-	17
5.	Ионообменная и другие виды хроматографии	3	8	-	-	17

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Теоретические основы. Сорбционные методы и методы экстракции.	<p>Процессы и реакции, лежащие в основе методов. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Классификация методов по природе процессов, числу и природе фаз, природе матрицы и концентрата. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода.</p> <p>Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.</p> <p>Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Экстракция и растворимость. Основные количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, константа экстракции, фактор разделения. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов.</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
2.	Другие методы разделения и концентрирования	<p>Осаждение и соосаждение. Использование неорганических и органических осадителей и соосадителей для разделения и концентрирования элементов. Виды соосаждения. Основные типы коллекторов. Органические соосадители.</p> <p>Электрохимические методы. Электровыделение (электроосаждение и электрорастворение), цементация, электрофорез, изотахофорез.</p> <p>Испарение, сублимация и родственные методы. Количественные</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

		<p>характеристики. Классификация методов. Испарение, сублимация или отгонка, отгонка после химических превращений.</p> <p>Другие методы: управляемая кристаллизация (направленная кристаллизация и зонная плавка), пробирная плавка и другие пирометаллургические методы, флотация, мембранные методы, химические транспортные реакции, термодиффузия.</p> <p>Маскирование и демаскирование.</p>	
3.	Хроматографические методы. Газовая хроматография.	<p>Теоретические основы. Основные понятия. Классификация. Детекторы.</p> <p>Теория равновесной хроматографии. Граничные условия применимости. Размывание хроматографических пиков и их разрешение. Уравнение Ван-Деемтера. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ: выбор системы фаз, высоты и диаметра хроматографической колонки, размеров частиц неподвижной фазы. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ.</p> <p>Газовая хроматография. Сущность метода. Изотермы адсорбции. Требования к газам-носителям и адсорбентам. Примеры используемых адсорбентов. Химическое и адсорбционное модифицирование поверхности адсорбента. Примеры применения.</p> <p>Газо-жидкостная хроматография. Принцип метода. Объекты исследования. Требования к носителям и неподвижным жидким фазам. Влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения.</p> <p>Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Сущность метода. Примеры применения для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.</p> <p>Сверхкритическая флюидная хроматография. Сущность, особенности и отличия от газовой и жидкостной хроматографии, применение.</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
4.	Жидкостная хроматография	<p>Высокоэффективная жидкостная хроматография. Сущность метода. Требования к адсорбентам и подвижной фазе. Влияние природы и состава элюента</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа

		<p>на эффективность разделения. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Выбор варианта в зависимости от полярности разделяемых веществ. Выбор условий разделения. Детекторы. Применение для анализа сложных смесей.</p>	аспиранта
5.	Ионообменная и другие виды хроматографии	<p>Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Комплексообразующие ионообменники. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения веществ. Примеры применения для концентрирования и разделения неорганических и органических ионов.</p> <p>Ионная хроматография. Особенности метода. Двухколоночный и одноколоночный варианты метода. Сорбенты. Детекторы. Примеры применения.</p> <p>Ион-парная хроматография. Принцип метода. Роль неподвижной фазы и вводимого в элюент противоиона. Области применения.</p> <p>Эксклюзионная хроматография. Особенности механизма удерживания молекул. Характеристики сорбентов и подвижных фаз. Возможности и примеры применения. Гель-хроматография (гель-проникающая и гель-фильтрационная). Механизм разделения веществ. Характеристика гелей. Применение в органическом и неорганическом анализе.</p> <p>Аффинная хроматография. Специфика аффинной хроматографии, применяемые адсорбенты. Условия проведения процесса разделения. Области применения.</p> <p>Тонкослойная хроматография. Сущность метода и области применения.</p>	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

5. Образовательные технологии

Основными образовательными технологиями, используемыми при реализации учебной работы, являются лекции ведущих отечественных и зарубежных ученых и консультации с преподавателями, проведение лабораторных работ в лаборатории, участие обучаемых в научной работе и выполнение исследовательских проектов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов предполагает проработку лекционного материала в читальном зале библиотеки, в лабораториях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Кроме того, аспирантам предлагается конспектирование и проработка материала научных докладов на заседаниях Ученого Совета ИОНХ РАН, его секций, диссертационных советов по специальности, участие в работе научных конференций и школ, работа в библиотеке и на сайтах электронных изданий.

Форма контроля знаний – экзамен в конце курса, включающий теоретические вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины аспиранты используют основную и дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем. Кроме того, преподаватель может рекомендовать аспиранту ознакомиться с дополнительными материалами методического характера.

Название электронного или печатного ресурса (основная или дополнительная)	Тип	Кол-во экз.
Основная литература: Основы аналитической химии. В 2-х книгах. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа, 2007.	печ.	2
Основы аналитической химии. Практическое руководство. Под ред. Ю.А. Золотова). М.: Высшая школа, 2001.	печ.	3
<i>Кузьмин Н.М., Золотов Ю.А.</i> Концентрирование следов элементов. М.: Наука, 1988.	печ.	2
<i>Москвин Л.Н., Царицына Л.Г.</i> Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия. 1991.	печ.	3
<i>Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г.</i> Химическое разделение и измерение. Теория и практика аналитической химии. В 2-х книгах. Пер. с англ. М.: Химия, 1978.	печ.	2
Дополнительная литература: <i>Шпигун О.А., Золотов Ю.А.</i> Ионная хроматография. М.: Изд-во МГУ. 1990.	печ.	3
<i>Гольдберг К.А., Вигдергауз М.С.</i> Введение в газовую хроматографию. М.: Химия. 1990.	печ.	2
<i>Березкин В.Г., Бочков А.С.</i> Количественная тонкослойная хроматография. Инструментальные методы. М.: Наука, 1980.	печ.	4

Интернет-ресурсы:

1. E-library – российская научная электронная библиотека в области науки, технологии, медицины и образования;
2. Web of Science – база данных для поиска научной информации в области естественных, общественных, гуманитарных наук и искусства;
3. Scopus - библиографическая и реферативная база данных и инструмент для отслеживания цитируемости статей, опубликованных в научных изданиях;

4. Springer – научные и научно-популярные журналы.

Программное обеспечение:

- СИСТЕМНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Windows;
- ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА: Microsoft Office, Mozilla FireFox.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Институт общей и неорганической химии располагает материально-технической базой, соответствующей требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Аудитории для проведения занятий оснащены компьютерами и проекторами для показа мультимедийных презентаций. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Материально-техническая база соответствует действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы аспирантов.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;
2. Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

Автор(ы) программы:

Вед.н.с., д.х.н.



В.Б. Барановская