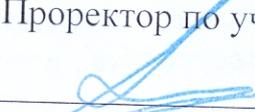


Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БГУ


29.07.2015

(дата утверждения)

Регистрационный № 111/15 уч.



ЭКСТРАКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 05 01 Химия

Направление специальности:

1-31 05 01 - 01 Химия (научно-производственная деятельность)

Минск

2015 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 01-2013 и учебного плана УВО №G 31-155/ уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.Л.Гулевич, профессор кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой аналитической химии Белорусского государственного университета (протокол № 15 от 30.05. 2015 г.);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского государственного университета (протокол №__ от _____ 2015 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина специализации «Экстракционные методы разделения и концентрирования» является одним из разделов химической науки, в котором изучаются процессы массопереноса веществ между двумя фазами. Экстракционные методы выделения, разделения и концентрирования веществ являются важным этапом химического анализа и используются на стадии пробоподготовки анализируемого объекта.

В дисциплине специализации все основные типы экстракционных процессов (молекулярная экстракция, ионообменная экстракция, экстракция ионных ассоциатов, экстракция галогенидных комплексов металлов, экстракция нейтральных внутрикомплексных соединений) описываются с единых позиций – через соответствующие концентрационные и условные константы равновесий с широким привлечением принципа аддитивности свободной энергии экстракции для прогнозирования экстракционных свойств веществ самой различной природы.

Для расчета оптимальных условий разделения веществ (рН, соотношение объемов фаз, исходные концентрации лиганда и экстрагента) в специальном курсе широко используется метод математического моделирования с использованием системы компьютерной алгебры Mathematica.

Цели преподавания дисциплины:

- сформировать у студента систему теоретических знаний, которая позволит ему в будущей профессиональной деятельности теоретически обосновать оптимальный способ экстракционного разделения и концентрирования веществ различной природы;
- обучить студента практическим навыкам и умениям в области жидкостной экстракции, что позволит выполнять конкретные задачи в области разделения, концентрирования, а также аналитического определения веществ.

Успешное освоение учебной программы по дисциплине «Экстракционные методы разделения и концентрирования» предусматривает освоение студентами предшествующей дисциплины «Аналитическая химия».

В результате изучения дисциплины «Экстракционные методы разделения и концентрирования» студент должен:

знать:

- теоретические основы распределения веществ между двумя фазами;
- методологические подходы к решению экстракционных задач;

уметь:

- проводить теоретический расчет эффективности экстракционного разделения и концентрирования веществ;
- оптимизировать составы фаз экстракционной системы;
- разрабатывать экстракционные методы разделения веществ.

владеть:

- экспериментальными приемами исследования экстракционных систем;
- практическими приемами определения констант экстракции.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК), социально-личностные (СЛК) и

профессиональные (ПК) компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования первой степени:

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.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

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-3. Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование, принимать участие в подготовке отчетов и публикаций.

ПК-4. Применять методы прикладной квантовой химии, молекулярной динамики и математического моделирования для предсказания свойств химических систем и их поведения в химических процессах.

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

ПК-6. На основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины не оптимальности технологических процессов и разрабатывать пути их устранения.

ПК-7. В составе группы специалистов разрабатывать технологическую документацию, принимать участие в разработке стандартов, технических условий и нормативов.

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-10. Оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых технологий.

ПК-11. Составлять договоры совместной деятельности по освоению новых технологий.

ПК-12. Готовить проекты лицензионных договоров о передаче прав на использование объектов интеллектуальной собственности.

ПК-13. Организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей.

ПК-14. Контролировать соблюдение норм охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности.

ПК-15. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

ПК-16. Вести переговоры, устанавливать контакты с другими заинтересованными участниками.

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

ПК-18. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Программа курса «Экстракционные методы разделения и концентрирования» состоит из пяти разделов и включает в себя лекции, практические и лабораторные занятия. Лабораторные занятия направлены на анализ конкретных объектов, что позволяет изучить специфику применения экстракционных методов разделения и аналитического определения различных классов веществ.

Учебный курс рассчитан на 90 часов, из них 44 аудиторных: 18 часов лекций, 8 часов практических занятий, 12 часов лабораторных занятий, 6 часов УСР.

Форма получения высшего образования – очная. Курс – 3, семестр – 5.

Форма текущей аттестации по дисциплине специализации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Экстракция молекулярных форм неэлектролитов

Количественные характеристики экстракции неэлектролитов: термодинамическая и концентрационная константы распределения. Степень экстракции. Методы определения концентрационных констант распределения. Принцип аддитивности энергии Гиббса экстракционного процесса и его использование для расчета констант распределения.

Раздел 2. Экстракция псевдоэлектролитов

Тема 2.1. Экстракция слабых кислот и оснований

Общая схема экстракции. Коэффициенты распределения кислот и оснований и их связь с константами распределения. Зависимость коэффициентов распределения и степени экстракции от рН водного раствора и соотношения объемов фаз.

Тема 2.2. Экстракция амфотерных электролитов

Общая схема экстракции. Коэффициенты распределения амфотерных электролитов и их связь с константами распределения. Зависимость коэффициентов распределения и степени экстракции амфотерных электролитов от рН водного раствора и соотношения объемов фаз.

Тема 2.3. Теоретические основы выделения и концентрирования псевдоэлектролитов

Критерии полного выделения веществ из смесей. Степень экстракции как главный критерий эффективности выделения вещества из смеси. Граничные значения констант и коэффициентов распределения веществ в зависимости от соотношения объемов фаз экстракционной системы. Использование инкрементного метода для выбора наиболее эффективного органического растворителя.

Тема 2.4. Разделение псевдоэлектролитов

Расчет оптимальных условий разделения различных пар веществ, различающихся кислотно-основными свойствами: кислота-кислота, основание-основание, кислота-амфотер, основание-амфотер.

Раздел 3. Экстракция металлов

Тема 3.1. Теория комплексообразования и разделения металлов

Описание процесса комплексообразования в водной фазе. Устойчивость и экстракция металлокомплексов и внутрикомплексных соединений. Количественное описание экстракции через константу экстракции. Степень экстракции металла. Зависимость эффективности экстракции металлов от рН.

Тема 3.2. Разделение металлокомплексов

Расчет оптимальных условий разделения металлокомплексов, образованных органическими и неорганическими лигандами с учетом побочных реакций протонизации и гидроксокомплексообразования. Расчет максимальной экстракции нейтальных внутрикомплексных соединений.

Раздел 4. Анионообменная экстракция

Тема 4.1. Теория анионообменной экстракции

Жидкие анионообменники, их свойства и использование в экстракционных системах различного типа. Количественное описание анионообменной экстракции: расчет термодинамических, концентрационных и условных констант обмена. Расчет степени экстракции. Анионообменная экстракция неорганических, органических и металлокомплексных анионов. Использование инкрементного метода при описании экстракции гомологов. Влияние природы растворителя и экстрагента на экстрагируемость анионов.

Тема 4.2. Применение анионообменной экстракции

Расчет концентрационных и условных констант обмена органических и металлокомплексных анионов и оценка эффективности экстракции анионов в зависимости от рН раствора. Расчет оптимальных условий разделения анионов различной природы.

Тема 4.3. Анионообменная экстракция тиоцианатных комплексов кобальта

Экспериментальное исследование степени поглощения водных и толуольных растворов тиоцианатных комплексов кобальта. Расчет молярных коэффициентов экстинкции. Установление состава экстрагируемого комплекса. Расчет условных констант обмена и установление их взаимосвязи с концентрацией лиганда в системе.

Раздел 5. Экстракция ионных ассоциатов

Тема 5.1. Теория экстракции ионных ассоциатов

Схема экстракции ионных ассоциатов, образованных анионом слабой кислоты и катионом слабого основания. Влияние природы органического растворителя на эффективность экстракции. Количественные характеристики экстракции ионных ассоциатов: коэффициент распределения, константа экстракции, степень экстракции. Зависимость эффективности экстракции от рН водной фазы.

Тема 5.2. Применение экстракции ионных ассоциатов

Расчет условных и концентрационных констант экстракции ионных ассоциатов. Расчет оптимальных условий выделения, концентрирования и разделения веществ, экстрагирующихся по механизму экстракции ионных ассоциатов.

Тема 5.3. Экстракционно-фотометрическое определение карбоксилатов

Анализ готовых лекарственных форм на содержание антибиотиков и анальгетиков. Построение градуировочных графиков, определение чувствительности аналитических реакций. Проведение статистической обработки полученных результатов анализа.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | Количество часов УСР | Литература | Форма контроля знаний |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|----------------------|------|----------------------|------------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Иное | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Раздел 1. Экстракция молекулярных форм неэлектролитов | 2 | | | | | [1] | |
| 2 | Раздел 2. Экстракция псевдо-электролитов | 6 | 2 | | | 2 | [1] | |
| 2.1 | Экстракция слабых кислот и оснований | 2 | | | | | | |
| 2.2 | Экстракция амфотерных электролитов | 2 | | | | | | |
| 2.3 | Теоретические основы выделения и концентрирования псевдо-электролитов | 2 | | | | | | |
| 2.4 | Разделение псевдоэлектролитов | | 2 | | | 2 | | Контрольная работа |
| 3 | Раздел 3. Экстракция металлов | 4 | 2 | | | 2 | [1-3] | |
| 3.1 | Теория комплексообразования и разделения металлов | 4 | | | | | | |
| 3.2 | Разделение металлокомплексов | | 2 | | | 2 | | Контрольная работа |
| 4 | Раздел 4. Анионообменная экстракция | 4 | 2 | 6 | | 2 | [1] | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|--|----------|----------|----------|---|---|-----|---|
| 4.1 | Теория анионообменной экстракции | 4 | | | | | | |
| 4.2. | Применение анионообменной экстракции | | 2 | | | 2 | | Контрольная работа |
| 4.3. | Анионообменная экстракция тиоцианатных комплексов кобальта | | | 6 | | | | Письменный отчет по лабораторной работе |
| 5 | Раздел 5. Экстракция ионных ассоциатов | 2 | 2 | 6 | | | [1] | |
| 5.1. | Теория экстракции ионных ассоциатов | 2 | | | | | | |
| 5.2. | Применение экстракции ионных ассоциатов | | 2 | | | | | |
| 5.3. | Экстракционно-фотометрическое определение карбоксилатов | | | 6 | | | | Письменный отчет по лабораторной работе |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая учебная литература

Основная:

1. Гулевич А.Л., Лещев С.М., Рахманько Е.М. Экстракционные методы разделения и концентрирования веществ. – Минск. БГУ, 2009. – 160 с.
2. Золотов Ю.А. Экстракционное концентрирование. – Москва: Химия, 1971.
3. Золотов Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений. – Москва: Наука, 1968.

Дополнительная:

1. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. – Москва: Наука, 1984.
2. Шмидт В.С. Экстракция аминами. – Москва: Атомиздат, 1980.

Перечень заданий управляемой самостоятельной работы студентов

1. Расчет констант распределения псевдоэлектролитов по заданным значениям их коэффициентов распределения.
2. Расчет оптимальной области рН разделения двух псевдоэлектролитов.
3. Расчет оптимальной области соотношения объемов фаз при разделении псевдоэлектролитов.
4. Расчет коэффициентов распределения металлов из водных растворов лигандов в органические растворители.
5. Расчет степени экстракции металлов из водных растворов лигандов в органические растворители.
6. Расчет оптимальной области рН и рL при разделении двух металлов.
7. Расчет степени экстракции металлов при образовании нейтральных внутрикомплексных соединений.
8. Расчет концентрационных констант обмена анионов различной природы.
9. Расчет степени экстракции металлокомплексных анионов растворами жидких анионообменников.
10. Расчет констант экстракции ионных ассоциатов.
11. Расчет рН реэкстракции веществ из органической фазы в водную из ионных ассоциатов различной природы.
12. Расчет оптимальных условий разделения веществ при их экстракции в виде ионных ассоциатов.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Текущий контроль качества усвоения студентами знаний по данной дисциплине специализации может осуществляться с использованием следующих средств диагностики:

- письменных контрольных работ;
- письменные отчеты по лабораторным заданиям.

В качестве формы итогового качества усвоения студентами учебного материала рекомендован письменный зачет.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹ |
|---|-----------------------------|---|--|
| Аналитическая химия | Кафедра аналитической химии | нет | Изменений не требуется, протокол № 15 от 30.05.2015 г. |
| | | | |

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

| № п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
| | | |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры аналитической химии (протокол № ____ от _____ 201 г.)

Заведующий кафедрой
аналитической химии,
д.х.н., профессор

_____ Е. М. Рахманько

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета
д.х.н., профессор

_____ Д.В.Свиридов