

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО "Новосибирский национальный
исследовательский государственный университет"**

Факультет естественных наук

УТВЕРЖДАЮ



Декан ФЕН НГУ, профессор

Резников В.А.

«29» августа 2014 г.

Методы разделения и концентрирования

Программа лекционного курса

Курс 1-й, I семестр

Учебно-методический комплекс

Новосибирск 2014

Учебно-методический комплекс предназначен для студентов I курса факультета естественных наук, направление подготовки 020100 «Химия (магистр)». В состав пособия включена программа курса лекций, перечень теоретических вопросов к дифференцированному зачету.

Составитель

Булавченко А.И., проф., д.х.н.

© Новосибирский государственный университет, 2014

Содержание

Аннотация рабочей программы	4
1. Цели освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ООП	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	6
4. Структура и содержание дисциплины	7
Рабочий план (по неделям семестров)	7
Программа курса лекций	7
5. Образовательные технологии	9
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины	10
Рекомендованная литература к теоретическому курсу	10
Перечень теоретических вопросов к дифференцированному зачету	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	12

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» относится к вариативной части (профильные дисциплины) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки «020100 ХИМИЯ» (квалификация (степень) магистр). Дисциплина реализуется на Факультете естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Новосибирский национальный исследовательский государственный университет" (НГУ) кафедрой аналитической химии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами разделения и концентрирования.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общекультурных компетенций: ОК-5; профессиональных компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-4.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, сдача дифференцированного зачета, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Итоговый контроль. Итоговую оценку за семестр студент может получить на дифференцированном зачете в конце осеннего семестра.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу. Всего 36 академических часов, в том числе 18 часов самостоятельной работы студентов.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» предназначена для того, чтобы ознакомить студентов с основами предмета. На лекциях даются основные представления о фундаментальных закономерностях процессов разделения и концентрирования.

Основной целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с традиционными и новейшими методами разделения и концентрирования. Эти операции представляют собой неотъемлемую и важнейшую часть одной из основных стадий аналитического процесса – подготовки пробы.

Основные задачи курса:

а) изложение принципиальных теоретических основ различных классов методов разделения и концентрирования, в том числе методов, основанных на образовании новой фазы и на различии в межфазном распределении, мембранных методов и методов внутрифазового распределения;

б) анализ возможностей и ограничений перечисленных выше методов, а также выявление областей и объектов анализа, для которых эти методы могут быть использованы;

в) специфические особенности рассматриваемых способов разделения и концентрирования и достигаемые в них метрологические показатели.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» относится к вариативной части (профильные дисциплины) профессионального (специального) цикла ООП по направлению подготовки «020100 ХИМИЯ» (квалификация (степень) магистр).

Дисциплина «Методы разделения и концентрирования» опирается на следующие дисциплины ООП по направлению 020100 «ХИМИЯ» (бакалавр):

- Физическая химия (строение и свойства атома, природа химической связи, химическая реакция, понятия о кинетике и термодинамике реакций, кислотно-основные равновесия);
- Неорганическая химия (строение и свойства атомов, строение молекул, химическая связь);
- Аналитическая химия (химические равновесия, органиче-

- ские соединения как лиганды);
- Общая химическая технология.

Результаты освоения дисциплины «Методы разделения и концентрирования» используются в следующих дисциплинах данной ООП:

- Научно-исследовательская практика;
- Итоговая государственная аттестация.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Методы разделения и концентрирования»:

Общекультурные компетенции:

- владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований (ОК-5).

Профессиональные компетенции:

- наличием представления об актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в критических условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и другие) (ПК-1);

- знанием основных этапов и закономерностей развития химической науки, пониманием объективной необходимости возникновения новых направлений, наличием представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков (ПК-2);

- умением анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования (ПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать
- физико-химические основы методов (т.е. за счет чего происходит разделение и концентрирование);

- способы реализации метода и конкретные примеры;
- достоинства и недостатки каждого метода.

Уметь проводить сравнительный анализ различных методов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу, всего 36 академических часов.

Рабочий план

№ п/п	Наименование тем и разделов	ВСЕГО (часов)	Аудиторные занятия (часов), в том числе		Самост. работа (часов)	Формы контроля
			Лекции	Практ.		
1.	Введение. Разделение и концентрирование в аналитической химии	4	2	0	2	
2.	Экстракционное разделение и концентрирование	12	6	0	6	
3.	Электрохимические методы концентрирования.	4	2	0	2	
4.	Сорбционные методы концентрирования.	4	2	0	2	
5.	Хроматография	2	1	0	1	
6.	Методы концентрирования на основе образования новой фазы.	2	1	0	1	
7.	Иные методы концентрирования	4	2	0	2	
	Диф. зачет	4			2	2
	ИТОГО:	36	16	0	18	2

Программа курса лекций

I. Введение

Основные понятия: микрокомпонент, (микроэлемент, следы элементов) макрокомпонент (матрица), разделение, концентрирование, абсолютное концентрирование, относительное концентрирование, групповое концентрирование, индивидуальное концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффи-

циент разделения. Место и роль разделения и концентрирования в анализе: стадия пробоподготовки, прямые и гибридные методы.

Классификация методов разделения и концентрирования; методы, основанные на образовании новой фазы; методы, основанные на различном распределении вещества между различными фазами; мембранные методы; методы внутрифазового распределения.

Постановка задачи: требования к методике, сопоставление методов.

2. Экстракционное разделение и концентрирование

Роль экстракции в аналитической химии. Основные понятия жидкостной экстракции: экстракция, исчерываемая (отдающая) фаза, рафинат, экстрагент, разбавитель, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Количественные характеристики экстракционных процессов: степень (фактор) экстракции (извлечения), коэффициент концентрирования, (фактор обогащения), коэффициент разделения.

Способы проведения экстракции: периодическая (простая) экстракция, непрерывная экстракция, экстракционная хроматография, противоточная экстракция. Энергетика экстракционных процессов: качественное рассмотрение (гидратация, сольватация, диссоциация, энтропийный фактор), фазовое равновесие, химические потенциалы, стандартное состояние, закон действующих масс. Классификация экстракционных процессов: физическое распределение, катионообменная экстракция, анионообменная экстракция, координационная экстракция, экстракция смесями экстрагентов. Типичные экстрагенты. Нетрадиционные методы жидкостной экстракции: жидкомембранное концентрирование, мицеллярное концентрирование, концентрирование в трехфазных системах.

3. Электрохимические методы концентрирования.

Электровыведение (законы Фарадея, потенциостатический и гальваностатический режимы), цементация, электрокинетические методы, двойной электрический слой, электрофорез (разновидности, в том числе капиллярный электрофорез), электродиализ, электроосмос.

4. Сорбционные методы концентрирования.

Основные понятия сорбции (адсорбция, абсорбция, капиллярная конденсация, физическая адсорбция, хемосорбция), физико-химические закономерности сорбции, энергетика адсорбции (потенциал Леннарда-Джонса, межмолекулярные силы Лондона и Гамакера), изотермы адсорбции (Лэнгмюра, БЭТ и Фрейдлиха), виды

сорбентов (оксиды, оксигидраты, сульфидные сорбенты, цианоферратные сорбенты, органические иониты, комплексообразующие (хелатные) сорбенты).

5. Хроматография

Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная). Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.

5. Методы концентрирования на основе образования новой фазы

Осаждение и соосаждение (типы осадков, осадители). Направленная кристаллизация и зонная плавка. Пробирная плавка.

6. Иные методы концентрирования

Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации. Методы пенного (адсорбционного концентрирования).

7. Сравнение различных методов

Сравнение по метрологическим параметрам, взаимосвязь между объектом анализа и используемым методом концентрирования.

Формы организации учебного процесса: лекция, самостоятельная работа студента, консультации, дифференцированный зачет.

5. Образовательные технологии

Виды/формы образовательных технологий. Основной формой образовательной технологии данной дисциплины является лекция.

Каждое лекционное занятие содержит элементы диалога преподавателя со студентами, поскольку каждый из участников – студенты или преподаватель имеют право задавать вопросы в ходе решения проблемы или задачи и участвовать в ее разборе. Таким образом, на лекциях реализуется интерактивная форма обучения.

Лектор является профессиональным исследователем в области химии процессов разделения и концентрирования. В связи с этим в

лекционном курсе используются научные результаты, полученные самим лектором, либо его коллегами по ИНХ СО РАН.

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

Итоговая аттестация предусматривает дифференцированный зачет в конце осеннего семестра.

Рекомендованная литература к теоретическому курсу

1. Л.Н. Москвин, Л.Г. Царицына. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991. 255 с.
2. Н.М. Кузьмин, Ю.А. Золотов. Концентрирование следов элементов. М.: Наука, 1988. 268 с.
3. А. Мицуике. Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе. М.: Химия, 1986. 151 с.
4. Ю.А. Золотов, Н.М. Кузьмин. Экстракционное концентрирование. М.: Химия, 1971. 272 с.

Перечень теоретических вопросов к дифференциальному зачету по методам разделения и концентрирования

Зимний семестр

1. Основные понятия и количественные характеристики разделения и концентрирования.
2. Направленная кристаллизация и зонная плавка
3. Количественные характеристики и способы проведения экстракции.
4. Физико-химические закономерности сорбции
5. Жидкомембранное концентрирование.
6. Пробирная плавка.
7. Двойной электрический слой и электрофорез.
8. Отгонка после химических превращений.
9. Флотация
10. Классификация хроматографических методов
11. Энергетика экстракционных процессов
12. Осаждение

13. Катионо- и анионообменная экстракция
14. Электровыделение и цементация
15. Координационная экстракция и экстракция смесями экстрагентов.
16. Электродиализ и электроосмос
17. Дистилляция и ректификация
18. Классификация методов разделения и концентрирования
19. Экстракционная хроматография
20. Адсорбционное концентрирование

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

5. Л.Н. Москвин, Л.Г. Царицына. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Л.: Химия, 1991. 255 с.
6. Н.М. Кузьмин, Ю.А. Золотов. Концентрирование следов элементов. М.: Наука, 1988. 268 с.
7. А. Мицуике. Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе. М.: Химия, 1986. 151 с.
8. Ю.А. Золотов, Н.М. Кузьмин. Экстракционное концентрирование. М.: Химия, 1971. 272 с.

б) дополнительная литература:

1. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое разделение и измерение (Теория и практика аналитической химии). М.: Химия, 1978. Т.2.
2. Якшин В.В., Федорова А.Т., Ласкорин Б.Н. // ДАН СССР. 1984. Т.276, N 1. С.169-172.
3. Ю.А.Золотов, Н.М.Кузьмин. Экстракция металлов ацилпиразолонами. М.: Наука, 1977. 141 с.
4. М.И.Розенгарт. Техника лабораторной перегонки и ректификации. М.-Л.: Госхимиздат, 1951. 194 с.
5. Caldwell K.D. // Anal. Chem. 1988. V. 60, N 17. P. 959A.
6. Спиваков Б.Я. // Российск. хим. журнал. 1994. Т.38, № 1. С.7.
7. N.E. Izatt, R.L. Bruening, K. Krakowak, S.R. Izatt // Industr. Engineer. Chem. Research. 2000. V. 39, № 10. P. 3405.
8. M. Bergeron, M. Beaumier, A. Hebert // Analyst. 1991. V. 116, № 10. P1-19.

9. Аналитическая химия металлов платиновой группы. / под ред. Ю.А. Золотова, Г.М. Варшалл.
10. Золотов Ю.А. Новый век аналитической химии. М. Янус-К, 2012. 248 с.
- в) Интернет-ресурсы:

<http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>

<http://chemport.ru/>

<http://www.anchem.ru>

<http://moya-shkola.info/>

<http://knigozilla.ru/9266-analiticheskaja-khimija..html>

<http://www.nofollow.ru/detail106408.htm>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Уютная аудитория с мультимедийной техникой (в том числе ПК и проектор с экраном).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с ОС ВПО, принятым в ФГАОУ ВО Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, с учетом рекомендаций ООП ВПО по направлению «020100 ХИМИЯ (магистр)».

Авторы: Булавченко Александр Иванович, д.х.н., профессор кафедры аналитической химии ФЕН, зав. лабораторией химии экстракционных процессов ИНХ СО РАН

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии 28 августа 2014 г.

Секретарь кафедры, ст. преподаватель _____



Н.Ф. Бейзель

