

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)



« 2 » 09 2017 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.В.08. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСТРАКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 3

Направление подготовки: 020100.68 Химия

Магистерская программа: Физическая химия

Квалификация (степень): магистр

1. Цель изучения дисциплины: ознакомление с теоретическими основами экстракции.

Задачи:

1. Ознакомление с методами разделения и концентрирования.
2. Ознакомление с основными понятиями и количественными характеристиками экстракционных процессов.
3. Изучение механизмов экстракционных процессов.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Дисциплина «Физико-химические основы экстракции» относится к вариативной части профессионального цикла Основной образовательной программы. Она изучается на 2 курсе, для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе освоения дисциплин бакалавриата: неорганическая, физическая, аналитическая химия.

3. Требования к уровню освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие **общекультурных компетенций:**

1. способностью ориентироваться в условиях производственной деятельности и адаптироваться в новых условиях (ОК-1),
2. умением принимать нестандартные решения (ОК-2),
3. владением иностранным (прежде всего английским) языком в области профессиональной деятельности и межличностного общения (ОК-3),
4. пониманием философских концепций естествознания, роли естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения (ОК-4),
5. владением современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований (ОК-5),
6. пониманием принципов работы и умением работать на современной научной аппаратуре при проведении научных исследований (ОК-6).

профессиональных компетенций:

в научно-исследовательской деятельности:

1. наличием представления о наиболее актуальных направлениях исследований в современной теоретической и экспериментальной химии (синтез и применение веществ в наноструктурных технологиях, исследования в экстремальных условиях, химия жизненных процессов, химия и экология и другие) (ПК -1),
2. 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),

3. владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии (в соответствии с темой магистерской диссертации) (ПК -3),
4. умением анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме и самостоятельно составлять план исследования (ПК -4),
5. способностью анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения (ПК -5),
6. наличием опыта профессионального участия в научных дискуссиях (ПК -6),
7. умением представлять полученные результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати) (ПК -7),

в научно-педагогической деятельности:

8. пониманием принципов построения преподавания химии в образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ПК -8),
9. владением методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных учреждениях высшего профессионального образования (ПК -9).

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные понятия экстракции (ПК-1-4),
- количественные закономерности процессов экстракции (ПК-1-4),
- механизмы экстракционных процессов (ОК-1-4, ПК-1-4).

владеть:

- навыками проведения химического эксперимента, исследования химических веществ (ОК-5,6, ПК-3-5),
- навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов (ОК-5,6, ПК-3-5),
- методами регистрации и обработки результатов химического эксперимента (ОК-5, ПК-5)

уметь:

- планировать и организовать эксперимент,
- доказательно обсуждать теоретические и практические проблемы экстракции (ПК-6,7),
- уметь использовать знания по экстракции в будущей профессиональной деятельности (ПК-8,9).

4. **Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц и виды учебной работы.**

Вид учебной работы	Трудоемкость (в соответствии с учебным планом) (час)	Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час)
	Всего - 108	3 семестр
Аудиторные занятия	40	40
Лекции	10	10
Практические занятия		
Семинары		
Лабораторные работы	30	30
Другие виды аудиторных работ: занятия в интерактивной форме	10	10
Другие виды работ		
Самостоятельная работа	68	68
Курсовой проект (работа)		
Реферат		
Расчётно-графические работы		
Формы текущего контроля		индивидуальные задания
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		зачет

5. Содержание учебной дисциплины.

5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
1	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика.	1	1				8
2	Экстракция. Основные понятия.	1	1				8
3	Экстракция по механизму физического распределения.	6	2		4	2	10
4	Экстракция по катионообменному и	14	2		12	2	14

№ п/ п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоя- тельная работа (час)
		всего	лекции	практи- ческие (семина- ры)	лабора- торные	В т.ч. интерактив- ные формы обучения	
	анионообменному механизмам.						
5	Экстракция по координационному механизму. Экстракция хелатообразующим и экстрагентами.	16	2		14	4	14
6	Экстракция макроциклическим и экстрагентами.	2	2			2	14
	Итого:	40/1,11	10		30	10/25 %	68

5.2. Содержание разделов дисциплины:

5.2.1. Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение. Экстракция, Сорбция. Электрохимические методы. Методы испарения.

5.2.2. Экстракция. Основные понятия. Экстрагент, экстракт, разбавитель. Реэкстракция. Количественные характеристики экстракции. Закон распределения Нернста. Константа распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Основные классы экстрагентов.

5.2.3. Экстракция по механизму физического распределения. Влияние природы экстрагента, температуры, pH водной фазы. Эффекты высаливания и всаливания.

5.2.4. Экстракция по катионообменному и анионообменному механизмам. Характеристика экстрагентов: монокарбоновые, нафтенновые кислоты, ароматические сульфокислоты, кислые эфиры алкилфосфорных кислот, амины, соли и основания тетраалкиламмония. Количественные закономерности катионообменной и анионообменной экстракции.

5.2.5. Экстракция по координационному механизму. Экстракция хелатообразующими экстрагентами. Характеристика хелатообразующих экстрагентов: α-диоксимины, β-дикетоны, 8-гидроксихинолин и его производные, дитиофосфаты, купферон, дитизон, 1,10-фенантролин, дитиокарбаминовые кислоты. Количественные закономерности процесса экстракции хелатообразующими экстрагентами.

5.2.6. Экстракция макроциклическими экстрагентами. Краун-эфиры, криптанды. Параметры, определяющие селективность экстракции с применением макроциклических экстрагентов. Макроциклический эффект. Перспективы использования макроциклических экстрагентов.

5. Лабораторный практикум:

№ п/п	№ раздела дисципли- ны	Наименование лабораторных работ
1	5.2.3.	Однократная и многократная экстракция йода.
2	5.2.4.	Экстракция меди расплавами карбоновых кислот. Экстракция никеля расплавами карбоновых кислот. Экстракция кобальта расплавами карбоновых кислот.

		Разделение меди и кобальта катионообменной экстракцией. Экстракция железа (III) из солянокислых растворов в виде ионного ассоциата. Экстракция кадмия из йоднокислых растворов в виде ионного ассоциата.
	5.2.5.	Определение состава экстрагируемых соединений методом изомольярных серий. Определение состава экстрагируемых соединений методом молярных отношений (методом насыщения). Определение состава экстрагируемых соединений методом криоскопии. Экстракция никеля диметилглиоксимом. Экстракция никеля оксихинолином. Экстракция хрома дифенилкарбазидом. Экстракция хрома β -дикетонами. Экстракция кадмия дитизоном. Экстракция кобальта оксихинолином. Экстракция меди купфероном. Экстракция меди диэтилдитиокарбаминаминовыми кислотами. Экстракция меди дитизоном.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Аналитическая химия: В 3 т., Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Учебник для вузов / И. Г. Зенкевич, Л. А. Карцова, Л. Н. Москвин [и др.]; под ред. Л. Н. Москвина.- Москва: Академия, 2008.- 299 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В 2 т. Т.1: Учебник для вузов / Ю. М. Глубоков, В. А. Головачева, В. И. Дворкин [и др.]; под ред. А. А. Ищенко.- М.: Академия, 2010.- 351 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Москвин, Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: Учебник / Л.Н. Москвин, О.В. Родинков.- Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011.- 352 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебник для вузов: в 2 т., Т.2. / Н. В. Алов, И. А. Василенко, М. А. Гольдштрах [и др.]; под ред. А. А. Ищенко.- М.: Академия, 2010.- 411 с.

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

1. <http://orgchemlab.com/index.php/> - видео - колоночная, тонкослойная хроматография, экстракция, физико-химические методы исследования: спектроскопия ЯМР, масс-спектрометрия, ИК- спектроскопия, высокоэффективная хроматография.
2. <http://www.demochem.de/D-Video-e.htm> - видео по хроматографии,
3. <http://www.chemistry.barnard.edu/orglab/> -мультимедийные материалы по приемам пробоподготовки, хроматография.
3. <http://www.scivee.tv/node/3872> - видео - приемы пробоподготовки, экстракция.
4. <http://www.libguides.ucsd.edu/content.php> - видео - приемы пробоподготовки, титрование, экстракция, хроматография, спектроскопия.

5. <http://www.wonderhowto.com/> - видео - приемы пробоподготовки, экстракция, хроматография, ИК-спектроскопия.

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Проведение лабораторных работ осуществляется в специализированной лаборатории «Большая химическая лаборатория».

№ п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1	Методы разделения и концентрирования. Общая характеристика.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор.
2	Экстракция. Основные понятия.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор.
3	Экстракция по механизму физического распределения.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор. Учебно-лабораторный комплекс «Химия»
4	Экстракция по катионообменному и анионообменному механизмам.	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор. Учебно-лабораторный комплекс «Химия»
5	Экстракция по координационному механизму. Экстракция хелатообразующими экстрагентами	Мультимедийные материалы.	Компьютер, проектор. Учебно-лабораторный комплекс «Химия»
6	Экстракция макроциклическими экстрагентами.		Компьютер, проектор.

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

7.1. Методические рекомендации преподавателю:

Теоретические знания, полученные из курса лекций, закрепляются на лабораторных занятиях. На лабораторных занятиях вырабатываются навыки обращения с измерительными приборами, приобретает умение собирать установки для проведения лабораторных работ по экстракции, приобретаются навыки обработки экспериментального материала. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных тем курса. Промежуточный срез знаний проводится посредством сдачи коллоквиумов, вопросы к которым сообщаются заранее, и (или) промежуточным тестированием. Семестр заканчивается зачетом.

7.2. Методические указания для студентов:

Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на зачет. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного контроля. После изучения тем курса студент должен сдать преподавателю лабораторные работы.

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

1. Сорбция и ее механизмы.
2. Ионный обмен.
3. Краун-эфиры, криптанды в процессах экстракции.
4. Мембранная экстракция неорганических веществ.
5. Экстракционные процессы в промышленности.
6. Классификация экстракционных процессов.
7. Хелатообразующие экстрагенты.
8. Экстракция неорганических соединений расплавами органических веществ.
9. Экстракция нейтральными органическими соединениями.
10. Экстракция аминами и их солями.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1. Экстракция карбоновых кислот. Вещество при экстракции не претерпевает химических изменений. Вещество ионизировано в водной фазе и не ионизировано в органической фазе. Вещество ассоциировано в водной фазе и не ассоциировано в органической фазе. Вещество ионизировано в обеих фазах.
2. Экстракция по механизму присоединения.
3. Механизмы экстракционных процессов с участием кислородсодержащих веществ.
4. Механизмы экстракционных процессов с участием азотсодержащих веществ.
5. Серосодержащие экстрагенты.
6. Экстракция анионов по гидратно-сольватному механизму.

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Применение экстрагентов в гидрометаллургии.
2. Экстракционные процессы в гидрометаллургии никеля.
3. Экстракционные процессы в гидрометаллургии кобальта.
4. Экстракционное извлечение меди в промышленности.
5. Экстракция расплавами.
6. Статическая жидкостная экстракция.
7. Динамическая и непрерывная экстракция.

8.4. Примеры тестов:

1. Лучшей экстрагируемостью карбоновой кислотой обладает:
 - 1) Fe^{2+}
 - 2) Fe^{3+}
 - 3) Zn^{2+}
 - 4) Ca^{2+}
2. Количество (моль) экстрагируемого вещества в органической фазе после экстракции эфиром (50 мл) из 50 мл $2 \cdot 10^{-2}$ М водного раствора, если $D = 3$:
 - 1) $2,5 \cdot 10^{-4}$
 - 2) $7,5 \cdot 10^{-4}$
 - 3) $7,5 \cdot 10^{-3}$
 - 4) $7,5 \cdot 10^{-5}$
3. Концентрация (моль/л) экстрагируемого вещества в органической фазе после экстракции эфиром (50 мл) из 100 мл $1 \cdot 10^{-2}$ М водного раствора, если $D = 3$:
 - 1) $8,0 \cdot 10^{-2}$
 - 2) $4,0 \cdot 10^{-3}$
 - 3) $6,0 \cdot 10^{-3}$
 - 4) $1,2 \cdot 10^{-2}$
4. Соотношение объемов органической и водной фаз, взятых для экстракции, если исходная концентрация экстрагируемого вещества в водной фазе составляла $1 \cdot 10^{-2}$ М, а после проведения экстракции - $5 \cdot 10^{-3}$ М, $D = 4$:
 - 1) 1:4
 - 2) 1:1
 - 3) 1:2
 - 4) 1:3
5. Количество (моль) экстрагируемого вещества в органической фазе после пятикратной экстракции эфиром (50 мл) из 50 мл $2 \cdot 10^{-2}$ М водного раствора, если $D = 3$:
 - 2) $9,8 \cdot 10^{-7}$
 - 2) $2,9 \cdot 10^{-6}$
 - 3) $2,9 \cdot 10^{-5}$
 - 4) $9,8 \cdot 10^{-6}$
6. Степень экстракции ионных ассоциатов уменьшается с:
 - 1) увеличением заряда иона
 - 2) увеличением размера иона
 - 3) увеличением энергии сольватации иона
 - 4) уменьшением энергии гидратации иона

7. Наибольшей степенью извлечения из водной фазы в органическую фазу при прочих равных условиях обладает:
- 1) трехзарядный ион
 - 2) однозарядный ион
 - 3) двухзарядный ион
8. Степень извлечения вещества максимальна при отношении V_o/V_v , равном:
- 1) 0,25
 - 2) 0,50
 - 3) 0,75
 - 4) 1,0
9. Степень извлечения максимальна при отношении V_v/V_o , равном:
- 1) 0,25
 - 2) 0,50
 - 3) 0,75
 - 4) 1,0

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к зачету):

1. Общая характеристика методов разделения и концентрирования.
2. Количественные характеристики экстракции. Закон распределения Нернста. Константа распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения.
3. Основные классы экстрагентов.
4. Экстракция по механизму физического распределения. Влияние природы экстрагента, температуры, pH водной фазы. Эффекты высаливания и всаливания.
5. Экстракция по катионообменному механизму.
6. Экстракция по анионообменному механизму.
7. Экстракция по механизму присоединения.
8. Экстракция анионов по гидратно-сольватному механизму.
9. Экстракция по координационному механизму.
10. Экстракция хелатообразующими экстрагентами.
11. Экстракция макроциклическими экстрагентами.

8.6. Формы контроля самостоятельной работы: Формами контроля самостоятельной работы студентов является собеседование.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки

020100.68 Химия. Магистерская программа: Физическая химия

(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины составлена:
д.х.н., профессор кафедры неорганической химии СН- Ковалева С.В.

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры неорганической химии
протокол № 1 от 30.08 2011 года.

Зав. кафедрой СН- Ковалева С.В..
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией биолого-химического факультета
протокол № 7 от 2.09 2011 года.

Председатель методической комиссии Е.П. Князева Князева Е.П.
(подпись)

Лист внесения изменений

В программе учебной дисциплины М.2.В.08. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКСТРАКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ изменений и дополнений нет.

Программа переутверждена на заседании кафедры неорганической химии
№_1_ от «_30_»_____08_____2012 года.

Заведующий кафедрой неорганической химии СН С.В. Ковалева