

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Минзарипов Р.Г.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Современные проблемы органического электросинтеза СЗ.ДВ.2

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Физическая химия

Квалификация выпускника:

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Лисицын Ю.А.

Рецензент(ы):

Зиганшин М.А., Манапова Л.З.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Лисицын Ю.А. Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Yuri.Lisitsyn@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Современные проблемы органического электросинтеза" являются раскрытие возможностей электрохимии в решении задач тонкого органического синтеза и подготовка студентов к научно-исследовательской и педагогической деятельности в области физической химии и электрохимии органических соединений, в частности.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "СЗ.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Современные проблемы органического электросинтеза" относится к вариативной части учебного цикла СЗ ("Профессиональный цикл") профиля "Физическая химия". Ее освоение требует предварительного прохождения общеобразовательных дисциплин "Неорганическая химия", "Органическая химия" и "Физическая химия" и особенно вариативного курса "Органическая электрохимия". Знания, полученные при прохождении дисциплины "Современные проблемы органического электросинтеза", повысят теоретический уровень обучающихся в области электрохимии и органической химии, позволят студентам понять роль и место электроорганического синтеза в синтезе органических соединений, облегчат освоение спецкурсов "Гетерогенный катализ" и "Каталитические методы в органическом синтезе".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	понимает сущность и социальную значимость профессии, основных перспектив и проблем, определяющих конкретную область деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

знать законы электролиза, проблемы и возможности органического электросинтеза;

2. должен уметь:

опираясь на знания в области органической и электроорганической химии, уметь выбирать приемлемые пути и условия электросинтеза требуемых органических соединений;

3. должен владеть:

владеть основными вопросами препаративного электросинтеза.

демонстрировать навыки практического проведения электролиза.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Достижения и перспективы развития органического электросинтеза.	8	1-4	7	6	0	тестирование
2.	Тема 2. Катализ в электрохимических процессах и медиаторный электросинтез. 2.1. Классический электрокатализ.	8	5-9	7	6	0	контрольная работа
3.	Тема 3. 2.2 Медиаторный электрокатализ.	8	10-17	8	8	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	зачет
	Итого			22	20	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Достижения и перспективы развития органического электросинтеза.

лекционное занятие (7 часа(ов)):

Соотношение между микро- и макроэлектролизом, специфика применения вольтамперометрических данных при выборе условий синтеза органических соединений. История развития электроорганического синтеза. Законы электролиза. Электрохимические ячейки, электролизеры, диафрагмы, мембраны, электродные материалы, электролиты, массо- и теплоперенос, выделение продуктов и их идентификация. Диффузия, миграция, конвекция. Роль миграции в массопереносе. Концентрационная, электрохимическая и смешанная поляризация. Полные и частные поляризационные кривые. Гальвано и. потенциостатический режимы электролиза. Основные характеристики электрохимического процесса: рабочие плотность тока, электродный потенциал и область потенциалов, выходы продукта по току и веществу, конверсия реагента, энергорасход. Пути повышения скорости и селективности электрохимических процессов, условия эксперимента и электродная поляризация. Прямой, непрямой, спаренный электросинтез. Лабораторный, полупромышленный и промышленный электролиз.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практические занятия по органическому электросинтезу

Тема 2. Катализ в электрохимических процессах и медиаторный электросинтез. 2.1. Классический электрокатализ.

лекционное занятие (7 часа(ов)):

Основное уравнение теории замедленного разряда, ток обмена, абсолютная гетерогенная константа скорости электрохимической реакции; специфическая и электростатическая адсорбция ионов и молекул, двойной электрический слой и измеряемая гетерогенная константа скорости. Уравнение Тафеля, смысл коэффициента α , влияние материала электрода на скорость электродного процесса. Стандартная свободная энергия системы в ходе некатализируемой и катализируемой электрохимических реакций. Гальваностатические кривые заряжения металлов группы платины в водных средах, водородная, двойнослойная и кислородная области. Электрокапиллярные кривые. Механизмы реакции катодного выделения водорода на металлах с различным перенапряжением. Электрокаталитическое восстановление органических субстратов. Электрохимическое окисление органических соединений на платиновых металлах в водных средах в области низких анодных потенциалов, два маршрута реакции. Проблемы классического электрокатализа, подходы к повышению эффективности электрокаталитических процессов.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практические занятия по классическому электрокатализу.

Тема 3. 2.2 Медиаторный электрокатализ.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Схемы электронного переноса между электродом и субстратом с участием посредников. Понятия "медиатор", "медиаторный процесс", принципиальное отличие медиатора от других катализаторов. Термодинамические и кинетические условия протекания медиаторных процессов, требования, предъявляемые к медиаторным системам в электросинтезе. Способы сочетания гетерогенной стадии электронного переноса и редокс - реакции между медиатором и субстратом, процессы "с разделением" и "без разделения", их достоинства и недостатки. Гетерогенный медиаторный катализ, модификация электродов медиатором. Особенности органических и неорганических медиаторных систем, универсальность комплексов переходных металлов. Гомо- и гетеромедиаторные системы, "редокс - катализ" и "химический катализ". Двойные медиаторные системы (системы медиатор + катализатор), причины их использования. Возможности и пути повышения конкурентоспособности медиаторных процессов. Промышленный медиаторный электросинтез. Использование медиаторных систем в утилизации отходов органического синтеза. Электрохимические методы в изучении медиаторных процессов.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Практические занятия по медиаторному электрокатализу.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Достижения и перспективы развития органического электросинтеза.	8	1-4	подготовка к тестированию	22	тестирование
2.	Тема 2. Катализ в электрохимических процессах и медиаторный электросинтез. 2.1. Классический электрокатализ.	8	5-9	подготовка к контрольной работе	22	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. 2.2 Медиаторный электрокатализ.	8	10-17	подготовка к контрольной работе	22	контрольная работа
	Итого				66	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В процессе освоения дисциплины предусматриваются интерактивный опрос, тестирование и 1 контрольная работа. Для успешного прохождения контроля студентам потребуется обращение к материалу не только данного курса лекций, но и к материалу спецкурса "Органическая электрохимия", в котором рассматриваются основные аспекты электрохимии, вольтамперометрии и механизмы электрохимических процессов с участием органических соединений. Тесты помогут студентам поддерживать на должном уровне знания в области теоретической и органической электрохимии на протяжении всего периода изучения данной дисциплины.

Для расширения кругозора студентов планируется организация встреч с электрохимиками-органиками из Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КНЦ РАН.

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

Тема 1. Достижения и перспективы развития органического электросинтеза.

тестирование , примерные вопросы:

Вопросы тестирования приведены в пособии: Лисицын Ю. А. Тестовые задания к спецкурсам по электрохимии: Учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский государственный университет, 2009. - 32 с.

Тема 2. Катализ в электрохимических процессах и медиаторный электросинтез. 2.1. Классический электрокатализ.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Влияние концентрации реагента на данные вольтамперометрии и результаты электролиза. 2. Основные параметры, характеризующие электрохимический процесс. 3. Первый, второй и объединенный законы Фарадея. 4. Энергорасход и пути его понижения. 5. Режимы электролиза, преимущества и недостатки. 6. Основное уравнение теории замедленного разряда. Факторы, влияющие на скорость электродной реакции. 7. Полная и частные поляризационные кривые в условиях замедленного переноса электрона, замедленного массопереноса и в условиях смешанной кинетики. Влияние на вид кривых тока обмена и коэффициента переноса. 8. Прямой и непрямо́й электросинтез.

Тема 3. 2.2 Медиаторный электрокатализ.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Влияние материала электрода на скорость электродного процесса. Стандартная свободная энергия системы в ходе некатализируемой и катализируемой электрохимических реакций. 2. Кривые заряджения и потенциодинамические кривые на металлах группы платины. 3. Механизмы катодного выделения водорода и кислорода на s-, p- и d-металлах. 4. Окисление углеводородов и кислородсодержащих органических соединений на d-металлах. 5. Восстановление органических соединений на d-металлах. 6. Подходы к повышению эффективности электрокаталитических процессов. 7. Механизмы и эффективность восстановления нитробензола на металлах с низким перенапряжением реакции катодного выделения водорода. 8. Восстановление ароматических нитросоединений на металлах с высоким и средним перенапряжением реакции выделения водорода. 9. Спаренный электросинтез.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Некоторые вопросы для контроля самостоятельной работы:

1. Влияние концентрации реагента на данные вольтамперометрии и результаты электролиза.
2. Основные параметры, характеризующие электрохимический процесс.
3. Первый, второй и объединенный законы Фарадея.
4. Энергорасход и пути его понижения.
5. Режимы электролиза, преимущества и недостатки.
6. Основное уравнение теории замедленного разряда. Факторы, влияющие на скорость электродной реакции.
7. Полная и частные поляризационные кривые в условиях замедленного переноса электрона, замедленного массопереноса и в условиях смешанной кинетики. Влияние на вид кривых тока обмена и коэффициента переноса.
8. Прямой и непрямой электросинтез.
9. Влияние материала электрода на скорость электродного процесса. Стандартная свободная энергия системы в ходе некатализируемой и катализируемой электрохимических реакций.
10. Кривые заряджения и потенциодинамические кривые на металлах группы платины.
11. Механизмы катодного выделения водорода и кислорода на s-, p- и d-металлах.
12. Окисление углеводородов и кислородсодержащих органических соединений на d-металлах.
13. Восстановление органических соединений на d-металлах.
14. Подходы к повышению эффективности электрокаталитических процессов.
15. Механизмы и эффективность восстановления нитробензола на металлах с низким перенапряжением реакции катодного выделения водорода.
16. Восстановление ароматических нитросоединений на металлах с высоким и средним перенапряжением реакции выделения водорода.
17. Спаренный электросинтез.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА студентов включает усвоение лекционного материала с привлечением основной и дополнительной литературы, а также курса лекций "Органическая электрохимия".

7.1. Основная литература:

1. Дамаскин В. В., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия. - М.: Химия. - КолосС, 2008. - 672 с.
2. Лисицын Ю. А. Тестовые задания к спецкурсам по электрохимии: Учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский государственный университет, 2009. - 32 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меалле-Рено Р. Электрохимия. - М.: Техносфера, 2008. - 360 с.
2. Электрохимия органических соединений в начале XXI века. - М.: Компания Спутник+, 2008. - 578 с.
3. Достижения электрохимии органических соединений // РХЖ. - 2005. - Т. XLIX, ♦ 5.
4. Препаративная органическая электрохимия / А. П. Томилов, Е. Ш. Каган, В. А. Смирнов, И. Ю. Жукова. - Новочеркасск: Изд-во Юж. Рос. Гос. техн. ун-та, 2002. - 153 с.
5. Казаков В. А., Титова В. Н., Явич А. А., Петрова Н. В., Тарасевич М. Р. Электрокаталитические свойства электролитических осадков Ni/Ru и Fe/Ru при окислении метанола // Электрохимия. - 2004. - Т. 40, N 6. - С. 667-679.
6. Томилов А. П., Фиошин М. Я., Смирнов В. А. Электрохимический синтез органических веществ. - Л.: Химия, 1976. - 423 с.
7. Томилов А. П. Электросинтез. Электродные реакции с участием органических соединений. - М.: Наука, 1990. - С. 7-30.
8. Wendt H. Electrocatalysis in organic electrochemistry // Electrochim. Acta. - 1984. - Vol. 29, N 11. - P. 1513-1525.
9. Лисицын Ю. А., Каргин Ю. М. Электрохимическое аминирование непредельных и ароматических соединений // Электрохимия. - 2000. - Т. 36, N2. - С. 103-114.
10. Лисицын Ю. А., Каргин Ю. М. Роль медиаторной системы Ti(IV)/Ti(III) в электросинтезе ароматических аминов на медном катоде // Журн. общ. химии. - 1996. - Т. 66, Вып. 1. - С. 89-95.
11. Органическая электрохимия: В двух книгах / Под ред. М. Бейзера и Х. Лунда; Пер. с англ. / Под ред. В. А. Петросяна и Л. Г. Феоктистова. - М.: Химия, 1988. - 1024 с.
12. P. M. Bersier, L. Carlsson, J. Bersier. Electrochemistry for a Better Environment / Top. Curr. Chem. - 1994. - Vol. 170. - P. 113-229.
13. Итоги науки и техн. ВИНТИ. Сер. Электрохимия. Проблемы электрохимии органических соединений. - 1993. - Т. 39. - 224 с.
14. Багоцкий В. С. Основы электрохимии. - М.: Химия, 1988. - 400 с.
15. Проблемы электрокатализа / Под ред. В. С. Багоцкого. - М.: Наука, 1980. - 272 с.
16. Петрий О. А., Подловченко Б. И. Электрокаталитические процессы окисления и восстановления органических соединений: Сб. науч. тр. / Под ред. О. А. Петрия и В. В. Лунина. - М. Изд-во Моск. гос. ун-та, 1987. - С. 39-64.
17. Steckhan E. Indirekte elektro-organische Synthesen - ein modernes Kapitel der organischen Elektrochemie // Angew. Chem. - 1986. - Vol.98, N 8. - P. 681-699.
18. Steckhan E. Organic Syntheses with Electrochemically Regenerable Redox System // Electrochem. - 1987. - Vol. 1. - P. 1-69.
19. Vlcek A. A. Electrocatalysis // React. kinet. catal. lett. -1987. - Vol. 35, N 1-2. - P. 449-458.
20. Электродные процессы в растворах органических соединений / Под. ред. Б. Б. Дамаскина. - М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1985. -312 с.
21. Гультай В. П., Лейбзон В. Н. Селективное препаративное электровосстановление ароматических нитросоединений // Электрохимия. - 1996. - Т. 32, N 1. - С. 65-74.
22. Томилов А. П., Каргин Ю. М., Черных И. Н. Электрохимия элементоорганических соединений. Элементы IV, V и VI групп Периодической системы. - М.: Наука, 1986. - С. 94 - 177.
23. Каргин Ю.М., Никитин Е.В., Латыпова В.З. Новые данные о реакциях анодного замещения. В сб: Электросинтез. Электродные реакции с участием органических соединений. - М., Наука, 1990.

7.3. Интернет-ресурсы:

Актуальные проблемы электрохимии органических соединений. Материалы VII Всероссийской с международным участием школы по электрохимии органических соединений. Тамбов, 2012. - <http://www.ehos.tstu.ru/index3.html>

Достижения электрохимии органических соединений. РХЖ. 2005. Том XLIX. ♦ 5. - <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2005-5/welcome.html>

Лисицын Ю.А. Электронная библиотека. - <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Новости электрохимии органических соединений. Материалы XVII Всероссийского совещания по электрохимии органических соединений с международным участием. Тамбов, 2010. - <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2010/tezisi-t.pdf>

сайты ВУЗов РФ. - www.yandex.ru,

сайты ВУЗов РФ. - www.google.ru.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Современные проблемы органического электросинтеза" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Физическая химия .

Автор(ы):

Лисицын Ю.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зиганшин М.А. _____

Манапова Л.З. _____

"__" _____ 201__ г.